



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO

Dissertação de Mestrado

**Gestão Territorial Baseada na Vulnerabilidade da Ocupação do
Solo como Ferramenta de Desenvolvimento Municipal.**

Marcelo Santos Oliveira
Economista

Orientação: Prof. Jucilei Cordini, Dr

Florianópolis
Dezembro de 2006.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO

**Gestão Territorial Baseada na Vulnerabilidade da Ocupação do Solo
como Ferramenta de Desenvolvimento Municipal**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil - PPGEC da Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil.

Florianópolis – SC

2006

FICHA CATALOGRÁFICA

Oliveira, Marcelo Santos Oliveira

Gestão Territorial Baseada na Vulnerabilidade da Ocupação do Solo como Ferramenta de Desenvolvimento Municipal. Florianópolis/SC, Sul do Brasil / Marcelo Santos Oliveira; orientador Jucilei Cordini. – Florianópolis, 2006. xvi, 116 f. : il.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, 2006.

Inclui bibliografia.

1. Ecodinâmica. 2. Bom Retiro - SC. 3. IDH-M. 4. Gestão Sustentável. 5. Desenvolvimento Sustentável. 6. Indicadores de Sustentabilidade I. Jucilei Cordini II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. III. Título.

***“Gestão Territorial Baseada na Vulnerabilidade da Ocupação do Solo
como Ferramenta de Desenvolvimento Municipal”.***

MARCELO SANTOS OLIVEIRA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil - PPGEC da Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, como requisito parcial para obtenção do título de **MESTRE em Engenharia Civil.**

Prof. Dr. Glicério Thichês - Coordenador do PPGEC

Prof. Dr. Jucilei Cordini - Orientador - UFSC

Comissão Examinadora:

Prof. Dr. Ing.-Jürgen Wilhelm Philips - UFSC

Prof. Dr. Armando Melo Lisboa - UFSC

Prof. Dr. Roque Alberto Sánchez Dalotto - Membro Externo – Unisul / SC

Prof. Dr. Carlos Henrique Orssatto Membro Externo – Unisul / SC

AGRADECIMENTOS

Este trabalho visa contribuir para o uso e racional do solo, e proporcionar uma ferramenta de análise de avaliação do desenvolvimento sustentável municipal. A Pesquisa orientada pelo Prof. Jucilei Cordini, teve apoio das instituições aos quais procuro externar os meus mais sinceros agradecimentos, a saber:

- Ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina (PPGEC), pela oportunidade de ingresso em seu programa de mestrado;
- Ao Professor Dr. Jucilei Cordini, pela confiança depositada no desenvolvimento do trabalho, e pela orientação e oportunidade de participar das discussões que embasaram esta pesquisa.
- Ao Conselho Nacional de Pesquisa e Apoio Tecnológico (CNPq), pelo apoio financeiro
- A minha família Rômulo, Raquel e Fernando pelo apoio e compreensão;
- A Gisele pelo amor, apoio e compreensão;
- Ao Dr. Roque Alberto Sánchez Dalotto, pela ajuda e apoio nos momentos mais difíceis da pesquisa;
- Aos colegas do programa, que estiveram presentes compartilhando as angústias e as alegrias nos momentos de nossas vidas. Em especial, a Dr. Sálvio Jose Viera, pela troca de informações, e compartilhamento;
- Aos Professores dos Programas de Pós-Graduação em Engenharia Civil pela dedicação no desempenho da função ensino-aprendizado;
- Enfim, a todos que de uma forma ou de outra, nos momentos mais difíceis e mais alegres desses anos, souberam vivenciá-lo e compartilhá-lo.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	viii
LISTA DE FIGURAS	viii
LISTA DE GRÁFICOS	viii
LISTA DE QUADROS	ix
LISTA DE MAPAS	ix
RESUMO	x
ABSTRACT	xi
1. INTRODUÇÃO	1
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO	1
1.2 OBJETIVOS	4
1.2.1 Objetivo Geral	4
1.2.2 Objetivos Específicos	4
1.3 JUSTIFICATIVA	4
1.4 ESTRUTURA DA PESQUISA	8
2. REFERENCIAL TEÓRICO	9
2.1 ECONOMIA AMBIENTAL	9
2.2 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL	12
2.3 INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE	16
2.3.1 Indicadores Ambientais (Ecodinâmica)	23
2.3.2 Indicadores Sociais (IDH)	27
2.3.3 Indicadores Econômicos	28
2.4 GESTÃO TERRITORIAL	30
2.4.1 Municípios	30
2.4.2 Mecanismo de Ordenamento Territorial Brasileiro	31
2.4.3 A legislação relacionada ao ordenamento territorial no Brasil	33
2.5 GESTÃO AMBIENTAL	37
3. REFERENCIAL METODOLÓGICO TÉCNICO	40
3.1 SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA	40
3.2 GEOESTATÍSTICA	41
3.3 KRIGAGEM	43
3.4 SISTEMA DE POSICIONAMENTO GLOBAL	44
3.5 SENSORIAMENTO REMOTO	46
3.6 ÁLGEBRA DE MAPAS	49
4. ÁREA DE ESTUDO	51
4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	51
4.2 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	52
4.3 HISTÓRICO DA ORIGEM DO MUNICÍPIO DE BOM RETIRO – SC	53
4.4 PROCESSO DE COLONIZAÇÃO DE BOM RETIRO	54
4.5 CLIMA	55
4.6 VEGETAÇÃO	56
4.7 DESCRIÇÃO GEOMORFOLÓGICA	57
4.8 APTIDÃO AGRÍCOLA	58
4.9 BACIAS HIDROGRÁFICAS	59
4.10 ESTRUTURA VIÁRIA	60
5. MATERIAIS E MÉTODOS	62
5.1 MATERIAIS UTILIZADOS	62
5.1.1 Material Cartográfico	62
5.1.2 Imagens de satélite	62
5.1.3 Material Computacional	63

5.2 PROCEDIMENTOS OPERATIVOS	65
5.2.1 Fluxograma da Metodologia	65
5.2.2 Construção do Mapa de Vulnerabilidade do Solo	66
5.2.3 Construção do Mapa de Vulnerabilidade da Declividade	67
5.2.3 Construção do Mapa da Vulnerabilidade: Densidade de Drenagem	69
5.2.5 Construção do Mapa de Vulnerabilidade de Uso e Ocupação do Solo	70
5.2.6 Construção do Mapa de Vulnerabilidade Ecodinâmica.....	72
5.2.7 Construção do Mapa do Índice de Desenvolvimento Humano Municipal	74
5.2.8 Construção do Mapa de Desenvolvimento Sustentável e Áreas Vulneráveis Ocupadas.....	75
6. ANÁLISES E RESULTADOS.....	77
6.1 INDICADORES AMBIENTAIS	77
6.1.1 Mapa de Vulnerabilidade do Solo	77
6.1.2 Mapa da Vulnerabilidade da Declividade	82
6.1.3 Mapa da Vulnerabilidade da Densidade de Drenagem.....	85
6.1.4 Mapa de Vulnerabilidade de Uso e Ocupação do Solo	88
6.1.5 Mapa de Vulnerabilidade Ecodinâmica	92
6.2 INDICADORES SOCIOECONÔMICOS	97
6.2.1 Mapa do Índice de Desenvolvimento Humano Municipal	97
6.3 RELAÇÃO ENTRE INDICADORES AMBIENTAIS E SOCIOECONÔMICOS.....	102
6.3.1 Mapa de Desenvolvimento Sustentável e Áreas Vulneráveis Ocupadas	102
7. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	105
7.1 CONCLUSÕES	105
7.2 RECOMENDAÇÕES PARA FUTUROS TRABALHOS.....	106
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	107

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Aplicação do modelo de avaliação do valor econômico do meio ambiente	11
Tabela 2	Grupos que abrangem as principais iniciativas da Agenda 21.....	14
Tabela 3	Vantagens e desvantagens do uso do OCDE.....	20
Tabela 4	Síntese de algumas vantagens e limitações da aplicação de indicadores e índices de desenvolvimento sustentável.....	22
Tabela 5	Aspectos históricos do planejamento ambiental	37
Tabela 6	Malha viária municipal.....	60
Tabela 7	Critérios de vulnerabilidade do solo.....	67
Tabela 8	Critérios de vulnerabilidade da declividade.....	68
Tabela 9	Critérios de vulnerabilidade da densidade de drenagem.....	69
Tabela 10	Critérios de vulnerabilidade de uso e ocupação do solo.....	71
Tabela 11	Pontos de coleta de dados amostrais - latitudes e longitudes.....	72
Tabela 12	Índice de Desenvolvimento Humano Municipal.....	75
Tabela 13	Origem e relevo dos solos litólicos.....	79
Tabela 14	Origem e relevo dos cambissolos.....	80

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Aspectos determinantes do desenvolvimento sustentável	18
Figura 2	Pirâmide de informação associada ao tipo de utilizador	19
Figura 3	Respostas Setoriais	20
Figura 4	Estrutura conceitual do modelo Pressão-Estado-Resposta-Efeitos proposto pela USEPA	21
Figura 5	Indicadores ambientais proposto pela AEA	21
Figura 6	Relação Sistêmica entre a unidade biótica com o meio abiótico.....	23
Figura 7	Sequência de sinal recebido pelo receptor GPS	44
Figura 8	Estações de controle de GPS	45
Figura 9	Estrutura do satélite Cbers II	48
Figura 10	Procedimentos algébricos de processamento de imagens	50
Figura 11	Confrontantes do município de Bom Retiro - SC	51
Figura 12	Localização do município de Bom Retiro e setores censitários.....	52
Figura 13	Mapas climáticos	56
Figura 14	Classes de vegetação predominante	57
Figura 15	Bacias hidrográficas de Bom Retiro – SC	59
Figura 16	Malha viária intermunicipal de Bom Retiro – SC	60
Figura 17	Malha viária urbana de Bom Retiro – SC	61
Figura 18	Imagens de satélite	63
Figura 19	Métodos e procedimentos metodológicos da pesquisa.....	65
Figura 20	Floresta Ombrófila Mista e Densa.....	89
Figura 21	Floresta Ombrófila Mista e Aluvial e Silvicultura.....	89
Figura 22	Estepe e agricultura.....	90

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1	Bacias Hidrográficas	59
Gráfico 2	Pirâmides Etárias	97
Gráfico 3	Índice de Educação	88
Gráfico 4	Índice de Renda	99

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	Aptidão Agrícola	58
Quadro 2	Relação do solo de Bom Retiro-SC com o grau de vulnerabilidade	78
Quadro 3	Relação da declividade do solo com seu grau de vulnerabilidade	83
Quadro 4	Densidade de Drenagem e grau de vulnerabilidade	86
Quadro 5	Uso e Ocupação do solo e sua vulnerabilidade	90
Quadro 6	Vulnerabilidade Ecodinâmica	95
Quadro 7	Desenvolvimento Sustentável e Áreas Vulneráveis Ocupadas	103

LISTA DE MAPAS

Mapa 1	Mapa da Vulnerabilidade do Solo	81
Mapa 2	Mapa da Vulnerabilidade da Declividade.....	84
Mapa 3	Mapa da Vulnerabilidade da Densidade de Drenagem.....	87
Mapa 4	Mapa da Vulnerabilidade do Uso e Ocupação do Solo	91
Mapa 5	Mapa da Vulnerabilidade Ecodinâmica	96
Mapa 6	Índice de Desenvolvimento Humano Municipal	101
Mapa 7	Desenvolvimento Sustentável e Áreas Vulneráveis Ocupadas.....	104

RESUMO

As técnicas de análise em municípios de pequeno porte visam representar suas potencialidades e deficiências do seu território, para identificar o desenvolvimento e suas atividades econômicas. Este é o grande desafio dos gestores públicos que sistematizam modelos ineficazes para avaliar o desenvolvimento dos municípios. Neste sentido, a pesquisa modela um diagnóstico com parâmetros de avaliação do desenvolvimento sustentável do município de Bom Retiro – SC, com mapas temáticos que auxiliem e apóiem o processo de implantação de uma Gestão Territorial Sustentável, nas mais diversificadas atividades ligadas ao desenvolvimento. Na metodologia adotada utilizaram-se informações territoriais e socioeconômicas do censo 2000, estruturadas topologicamente em um Sistema de Informações Geográficas, conciliada com técnicas de Geoprocessamento. Utilizou-se como suporte metodológico da pesquisa, o relacionamento de indicadores de sustentabilidade – a Ecodinâmica proposta por Tricart (1977) e Crepani (2000), pela construção do Índice de Desenvolvimento Humano, indicado pelo PNUD (Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento). O resultado desta pesquisa servirá como subsídio para criação de políticas públicas, orientadas pelos indicadores utilizados, para aumentar a eficácia da gestão municipal, assim como para elevar o grau de desenvolvimento sustentável do município.

Palavras-chaves: desenvolvimento sustentável; ecodinâmica; índice de desenvolvimento humano.

ABSTRACT

In small cities there are no analysis techniques representing the potential and deficiencies of its area, related to development of human activities. The great challenge for public administrators is to systemize a low cost model that evaluates the development level of cities. The contribution of this research is to model, with a diagnosis of low level sustainable development, Bom Retiro - SC with theme maps aiding and supporting the implementation process of a Sustainable Territorial Diagnosis, in the most diversified activities related to development. Under the adopted methodology, territorial and socio economical information from the 2000 census were used, structured topologically into the GIS - Geographic Information System, pertaining to Geoprocessing techniques. As methodological support to the research, the relationship of sustainability indicators – “Ecodinâmica” (ecodynamic) proposed by Tricart (1977) and Crepani (2000) as well as by the Human Development Index, indicated per UNDP (United Nations Development Program). The results of this research will serve as subsidies for the creation of public policies, guided by the used indexes, in order to increase efficiency of municipal management as well as to increase level of sustainable development of the city.

Key words: sustainable development; eco dynamics; human development index.

1. INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

A dinâmica econômica e tecnológica tem influenciado os padrões de consumo ao longo do tempo, gerando uma série de problemas sócio-ambientais nos municípios. A exclusão social, a persistência das desigualdades e o uso indiscriminado do território têm contribuído para a escassez de nossos recursos naturais. Em adição aos desmatamentos, lançamentos de gases na atmosfera e a contaminação dos recursos hídricos geram uma série de alterações climáticas que afetam o meio ambiente e a qualidade de vida das populações.

Estas transformações promovidas pelas atividades experimentalmente antrópicas têm ampliado para as discussões relativas à conservação dos ambientes naturais, é por buscas de diferentes alternativas de planejamento apoiados no desenvolvimento sustentável de regiões. Esta preocupação com o meio ambiente, manifestada tanto pelas comunidades científicas como pelos movimentos sociais, cresce à medida que os esforços para a manutenção da qualidade de vida no planeta atingem o cenário mundial. Nos países desenvolvidos, as estratégias de desenvolvimento privilegiam o crescimento econômico em curto prazo, à custa do uso intensivo dos já escassos recursos naturais. Estes cenários mundiais promovem o surgimento de crises ecológicas, esgotamento progressivo da base de recursos naturais, redução da capacidade de recuperação dos ecossistemas, distribuição e uso indevidos dos recursos da sociedade, (GUIMARÃES, 1992) e têm como causas questões de origem sócio-ambientais que aceleram o processo de deterioração dos ambientes naturais.

O desenvolvimento sustentável, permite formular estratégias fundamentadas em uma seqüência de ações que amparam este modelo de desenvolvimento: I) melhor qualidade de informação para apoiar a tomada de decisões; II) integração de ações que incluam os diferentes aspectos que intervêm no ambiente; III) adaptação da legislação às novas concepções ambientais; IV) diferenciação da demanda de recursos naturais; V) apoio a projetos inovadores; VI) atuação sobre a qualidade ambiental; VII) minimização do impacto ambiental das diferentes atividades; VIII) recuperação dos espaços degradados; IX) proteção de espécies e estabelecimento de zonas protegidas; X) conhecimento, por parte da sociedade, do meio que a rodeia: suas potencialidades e suas limitações; XI) influência de políticas fiscais para apoiar estratégias ambientais (JUAN e GARCÍA, 2001).

As disparidades que ocorrem no processo de implantação do planejamento sustentável nos municípios brasileiros oscilam entre os aspectos sociais e ecológicos. No caso brasileiro, decorrem em grande parte pelas deficiências no processo de gestão e do uso inadequado dos nossos recursos naturais. Ou seja, a ausência de mecanismos de articulação que avaliem os níveis de sustentabilidade de cada ambiente em todas as dimensões da sustentabilidade (social, econômica e ambiental), torna os planejamentos vulneráveis e ineficientes.

Com isso, os mecanismos de gestão são inadequados ao processo de avaliação das dinâmicas sociais, econômicas e ambientais que se apresentam em níveis diferenciados de escala de análise. Nesse contexto, os diagnósticos têm que comportar um sistema integrado de informações, visando, identificar os impactos socioeconômicos na sociedade.

Esta nova modelagem no processo de apoio à gestão entra entre desenvolvimento e o meio ambiente, que trabalham em sentidos opostos na questão da sustentabilidade. Neste sentido, os processos devem envolver diversas tecnologias na fase de normalização, visando a análise do ambiente e suas características semelhantes: ecologia, relevo, geologia, hidrografia e aspectos socioeconômicos.

Estes diagnósticos em municípios devem fornecer uma radiografia completa do território visando o processo de implantação da gestão sustentável territorial. A gestão deve ter, como objetivo central, a redução dos efeitos negativos oriundos das atividades econômicas e sociais que ocorrem no seu território. Assim, é necessário conhecer as capacidades e as limitações ambientais e socioeconômicas dos municípios, para que o processo de planejamento e gerenciamento possa ser efetivado ao longo do tempo, e permitir análises qualitativas e ser capaz de gerar diretrizes no processo de tomada de decisão. Todo este processo é definido inicialmente pelos princípios que amparam o planejamento e definem as diretrizes de uso e ocupação sugeridas conforme as potencialidades e condicionantes do ambiente físico-cultural. Estes processos de planejamento da cidade devem ser conduzidos em longo prazo e devem diagnosticar as áreas prioritariamente carentes que necessitam de maiores investimentos.

As análises a respeito da forma de atuação do homem sobre o meio ambiente biofísico devem considerar as crescentes injunções econômicas e políticas. Neste sentido, devem ser levantados todos os recursos e padrões de uso que marcam ainda hoje os procedimentos operacionais dos estudos ambientais.

No Brasil a partir do preceito constitucional de 1988, observa-se no artigo 21, parágrafo IX, que "compete à união elaborar e executar planos nacionais e regionais de ordenação territorial e de desenvolvimento econômico e social". Esta regulamentação foi institucionalizada a partir de 1990 através da criação da Secretaria de Assuntos Estratégicos (SAE), que era subordinada a Diretoria de Ordenamento Territorial (DOT).

A estratégia básica da DOT era criar planos que diagnosticassem os estágios de desenvolvimento social, econômico e ambiental que se iniciaram com o programa de Zoneamento Ecológico Econômico (ZEE) (MP¹ 1.795/99) e pela Agenda 21 brasileira (DSN² 04/02/2004), que visavam análises mais aprofundadas das configurações do território brasileiro, considerando os enfoques normativo e analítico. Estes diagnósticos utilizam amplamente os princípios da Ecodinâmica de Jean Tricart (1977), do Zoneamento Ecológico Econômico de Becker e Egler (1996), do Zoneamento Ecológico Econômico aplicado no Ordenamento Territorial de Crepani (2000) e do Zoneamento Ecológico Econômico em Áreas com grande Influência Antrópica de Simões et al (1998).

Nos municípios brasileiros não existem informações operacionais sistematizadas de suas atividades administrativas. A busca de financiamento para investimentos em diagnósticos que reflitam a realidade local é desafio para os gestores municipais.

O presente trabalho tem o intuito de conceber um estudo que aponte as principais diretrizes voltadas ao desenvolvimento sustentável para municípios. A contribuição desta proposta de análise da realidade local apóia-se em um Sistema de Informações Geográficas (SIG), com objetivo de espacializar os indicadores de sustentabilidade de maneira integrada. O Sistema de Informações Geográficas permite agrupar um grande número de planos de informação, possibilitando uma análise completa do território e uma análise global de todas as esferas do desenvolvimento do município ou de todos os setores da administração municipal.

A área de estudo adotada no presente trabalho é o município de Bom Retiro/SC, pela disponibilidade de dados para realização da pesquisa e pelo fato do autor conhecer em detalhes o município.

¹ Medida Provisória.

² Decreto não Numerado.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Avaliar o grau de desenvolvimento de gestão territorial sustentável de municípios por meio de técnicas de geoprocessamento.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Construir o Mapa de Vulnerabilidade do Solo;
- Construir o Mapa de Vulnerabilidade da Declividade;
- Construir o Mapa de Vulnerabilidade de Densidade de Drenagem;
- Construir o Mapa de Vulnerabilidade de Uso e Ocupação do Solo;
- Construir o Mapa de Vulnerabilidade Ecodinâmica;
- Construir o Mapa do Índice de Desenvolvimento Humano Municipal;
- Construir o Mapa do Grau de Desenvolvimento Sustentável e Áreas Vulneráveis Ocupadas.

1.3 JUSTIFICATIVA

A partir da estratégia das Organizações das Nações Unidas (ONU) visando enfrentar a atual crise ecológica mundial, econômica e social nos países em desenvolvimento surgiu o conceito do desenvolvimento sustentável. A problemática da sustentabilidade assume, neste início do século, um papel central na reflexão em torno das dimensões do desenvolvimento sustentável, sendo que as intervenções antrópicas sobre o meio ambiente estão se tornando cada vez mais complexas, tanto em termos quantitativos quanto qualitativos.

Neste sentido, os processos de análise da sustentabilidade devem avaliar, sobre uma ótica temporal, o sistema bioecológico e o socioeconômico, ratificando seus aspectos ideológicos, tecnológicos e organizacionais.

Desta forma, a necessidade de uma análise plena e atualizada de dados socioeconômicos e ambientais nas questões do planejamento visa associar ações que fomentem a iniciativa pública e a privada a planejar o desenvolvimento sustentável nos municípios. Estas ações integradas em uma gestão sustentável otimizam os recursos advindos da receita do município, visando ações planejadas com resultados futuros. Indo ao encontro deste pensamento, o desafio atual para os gestores públicos de

municípios de é o estabelecimento de processos de planejamento territorial que reconheçam os limites de uso dos espaços naturais e das deficiências socioeconômicas do município.

No Brasil, a preocupação com os limites de uso informal do território instrumentalizou-se com a política nacional do meio ambiente (Lei 6.938/1991), que contemplou o zoneamento ambiental como o primeiro passo das diversas iniciativas tomadas na década de 80.

Os avanços não foram significativos, pois o processo de implantação do zoneamento ambiental caracterizava-se somente por inventários e não contemplava as dinâmicas da sustentabilidade sócio-ambiental dos ecossistemas. Com a Constituição de 1988, um dos avanços significativos veio com a proposta do Zoneamento Ecológico Econômico (MP³ 1.795/99), que tem como cerne central, zonear todo o território nacional respeitando um inter-relacionamento entre a natureza e a sociedade.

Outro ponto a se ressaltar é a questão da contemplação dada pela constituição federal referente às questões ambientais e socioeconômicas, onde explicitamente neste documento salienta-se nos artigo Art. 23.

“É competência comum da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios:

V - proporcionar os meios de acesso à cultura, à educação e à ciência;

VI - proteger o meio ambiente e combater a poluição em qualquer de suas formas;

VII - preservar as florestas, a fauna e a flora;

VIII - fomentar a produção agropecuária e organizar o abastecimento alimentar;

IX - promover programas de construção de moradias e a melhoria das condições habitacionais e de saneamento básico;

X - combater as causas da pobreza e os fatores de marginalização, promovendo a integração social dos setores desfavorecidos;

XI - registrar, acompanhar e fiscalizar as concessões de direitos de pesquisa e exploração de recursos hídricos e minerais em seus territórios.”

No ano de 2001, com a publicação do Estatuto da Cidade (Lei 10.257 de 10 de julho de 2001), ficou regulamentado o Artigo 182 da Constituição Federal “a política de desenvolvimento urbano, executada pelo Poder Público municipal, conforme diretriz geral fixadas em lei, tem por objetivo ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e garantir o bem-estar de seus habitantes”, definindo as diretrizes e as preocupações relativas à sustentabilidade e à participação democrática das populações nos municípios como:

I – garantia do direito a cidades sustentáveis, entendido como o direito à terra urbana, à moradia, ao saneamento ambiental, à infra-estrutura urbana, ao transporte e aos serviços públicos, ao trabalho e ao lazer, para as presentes e futuras gerações;

³ Medida Provisória.

- II – gestão democrática por meio da participação da população e de associações representativas dos vários segmentos da comunidade na formulação, execução e acompanhamento de planos, programas e projetos de desenvolvimento urbano;
- III – cooperação entre os governos, a iniciativa privada e os demais setores da sociedade no processo de urbanização, em atendimento ao interesse social;
- IV – planejamento do desenvolvimento das cidades, da distribuição espacial da população e das atividades econômicas do município e do território sob sua área de influência, de modo a evitar e corrigir as distorções do crescimento urbano e seus efeitos negativos sobre o meio ambiente.
- V – oferta de equipamentos urbanos e comunitários, transporte e serviços públicos adequados aos interesses e necessidades da população e às características locais;
- VI – ordenação e controle do uso do solo, de forma a evitar:
- VII – integração e complementaridade entre as atividades urbanas e rurais, tendo em vista o desenvolvimento socioeconômico do Município e do território sob sua área de influência;
- VIII – adoção de padrões de produção e consumo de bens e serviços e de expansão urbana compatíveis com os limites da sustentabilidade ambiental, social e econômica do Município e do território sob sua área de influência;
- IX – adequação dos instrumentos de política econômica, tributária e financeira e dos gastos públicos aos objetivos do desenvolvimento urbano, de modo a privilegiar os investimentos geradores de bem geral e a fruição dos bens pelos diferentes segmentos sociais.

Neste contexto, a preocupação central desta pesquisa é disponibilizar, em um Sistema de Informações Geográficas, um relacionamento de planos de informação que permitam avaliar o grau de desenvolvimento sustentável do município de Bom Retiro - SC. Neste sentido, o suporte da pesquisa é a metodologia da ecodinâmica proposta por Tricart (1977) espacializada em planos de informação por Crepani et al (2000), visando ampliar integralmente os parâmetros de análise sócio-ambiental do município.

A pesquisa está estruturada primeiramente em uma base física (Ecodinâmica) e posteriormente em uma base socioeconômica (IDH-M⁴), ambas representadas sob a forma de indicadores de sustentabilidade.

O município de Bom Retiro, no Estado de Santa Catarina, apresenta um quadro de subdesenvolvimento relevante condicionado a um baixo índice de eficiência do IDH-M, com uma economia calcada no setor primário. Com um relevo acidentado, apresenta altitudes variando de 400 a 1827 metros, com uma exuberante floresta endêmica de araucárias. Os grandes problemas ambientais do município de Bom Retiro - SC concentram-se no avanço da agricultura na mata ciliar e na baixa estrutura de saneamento básico na área rural. A falta de assistência à saúde nas comunidades rurais e a baixa representatividade da mulher na renda familiar é um dos grandes agravantes sociais, que aliados à falta de exploração da atividade turística como alternativa de renda, são elementos que devem ser analisados no contexto da pesquisa.

⁴ IDH-M: Índice de Desenvolvimento Humano Municipal.

Diante do exposto, pretende-se avaliar as deficiências e as vulnerabilidades do município, criando cenários factíveis de análise para a implantação de ações que visem avaliar em que estágio se encontra o desenvolvimento sustentável municipal. Neste contexto, utilizaram-se os princípios focados pelos indicadores de sustentabilidade como uma ferramenta de apoio à decisão, para oferecer um diagnóstico que auxilie na concepção de alternativas para a implantação da Gestão Territorial Sustentável Municipal.

A análise do grau de desenvolvimento sustentável do município integrou variáveis ambientais, sociais e econômicas, visando dar um suporte aos gestores públicos na formulação de propostas mais adequadas ao uso sustentável do território.

1.4 ESTRUTURA DA PESQUISA

A pesquisa está subdividida em sete capítulos. O primeiro retrata uma abordagem contextualizada do tema de pesquisa, contendo os objetivos geral e específico, a justificativa e a importância do desenvolvimento do estudo.

No segundo capítulo, buscou-se a fundamentação teórica que apóia a concepção metodológica da pesquisa, enfocando a Economia Ambiental, o Desenvolvimento Sustentável, Indicadores de Sustentabilidade, Indicadores Ambientais, Indicadores Sociais, Indicadores Econômicos, Gestão Territorial e Gestão Ambiental.

O terceiro capítulo trata do referencial metodológico técnico, destacando conceitos relacionados ao Sistema de Informações Geográficas, à Geoestatística, Krigagem, Sistema de Posicionamento Global, Sensoriamento Remoto e Álgebra de Mapas.

O quarto capítulo refere-se à descrição da Área de Estudo, enfocando a sua localização, história do município, o processo de colonização e estruturação viária, as características ambientais como clima, vegetação predominante, geomorfologia, aptidão agrícola e micro bacias hidrográficas.

O quinto capítulo dedica-se aos materiais e métodos, descrevendo em toda sua extensão os materiais e procedimentos metodológicos utilizados. Neste capítulo são descritas as adaptações metodológicas introduzidas face à realidade local, para atingir os objetivos da pesquisa.

O sexto capítulo dedica-se às análises dos resultados dos Indicadores Ambientais referentes as vulnerabilidade do solo, declividade do solo, densidade de drenagem, uso e ocupação do solo, vulnerabilidade ecodinâmicas, indicador socioeconômico com o IDH-M e o avaliação do desenvolvimento sustentável e áreas vulneráveis ocupadas.

O sétimo capítulo aborda as conclusões do trabalho e recomendações sugeridas. Finalmente é listada a bibliografia utilizada com suporte científico para a pesquisa.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 ECONOMIA AMBIENTAL

No final dos anos 60 e 70, a preocupação do mundo com o choque do petróleo e a escassez dos recursos naturais era um tema de importância econômica, social e política. As críticas ao modelo de desenvolvimento econômico apontavam um conflito entre crescimento econômico e preservação dos recursos ambientais, retratados pelos limites da continuidade do próprio crescimento econômico.

A Economia Ambiental surgiu no final da década de 80 e é definida segundo Constanza e Daly apud Cavalcante (2001) como um novo campo transdisciplinar que estabelece relações entre ecossistemas e o sistema econômico, que utiliza uma síntese de conceitos econômicos e ecológicos, interagindo junto aos desafios enfrentados pela transição entre economia e o meio ambiente. Esta visão da questão ambiental é tratada de forma interdisciplinar e participativa, abordando desde os recursos naturais até os processos de exaustão da natureza.

A nova visão da economia ambiental foi abordada inicialmente na obra de Georgescu-Roegen, que incorpora as leis da termodinâmica. (GEORGESCU-ROEGEN, 1989)

A primeira lei da termodinâmica trata da conservação da matéria, estabelecendo o princípio de que o homem não pode criar nem destruir a matéria ou a energia, tão somente transformá-la (ROMEIRO, 2003 e HAUWERMEIREN, 1998).

A segunda lei, mais simplificada, assinala os processos de uso da energia onde ocorre uma transformação da energia livre, portanto disponível, em energia presa ou não disponível (HAUWERMEIREN, 1998).

Com os processos econômicos como fluxos de matéria-energia, Georgescu-Roegen (1989) rompe com a idéia da economia como um sistema fechado e auto-sustentado. Neste sentido, a primeira lei da termodinâmica trabalha com fluxos fechados de energia, ou entropia, atuando em sentidos opostos onde entre a economia e o meio ambiente, devido aos danos ambientais e o uso excessivo dos recursos naturais, que não são absorvidos pela natureza (MULLER, 2005). A segunda lei da termodinâmica especifica que a entropia (isto é, a quantidade de energia não disponível) em um sistema fechado sofre contínuas transformações, tornando-se desordenada, onde a energia passa de um estado de baixa entropia para alta entropia (GEORGESCU-ROEGEN, 1989).

A lei da entropia ampliou e incorporou novas interpretações econômicas no uso de nossos recursos naturais.

Vale ressaltar que a situação econômica e política, com relação ao meio ambiente, convencionalmente é vista como a economia da sustentabilidade, que visa uma alocação intertemporal de recursos entre consumo e investimento por agentes econômicos racionais, que maximizarão a utilidade dos bens de consumo de acordo com as preferências, mediante o que os consumidores e as empresas estão dispostos a pagar para assegurar a garantia de qualidade de vida das gerações futuras (ROMEIRO, 2003 e ALIER, 1999). Para Alier (1999) as três formas de preferência do consumidor são: uma preferência pelo uso real de um objeto de consumo, pelo uso opcional do objeto de consumo e pela preferência mista do objeto de consumo.

Basicamente a economia ambiental é a ciência da gestão da sustentabilidade, ou seja, um estudo da relação entre sistema econômico e ecossistemas, a partir da crítica do sistema econômico convencional (HAUWERMEIREN, 1998).

Os problemas ambientais devem considerar uma interação da natureza com o sistema econômico, definindo as abordagens distintas da economia ambiental (ROMEIRO, 2003). O uso intensivo dos recursos naturais é negativo, partindo do conceito básico da valoração dos bens ambientais, sendo que Motta (1990, p.113) coloca que “surtem quando o consumo ou a produção de um bem gera efeitos adversos (ou benéficos) a outros consumidores ou firmas que estão dispostas a compensar efetivamente o dano ambiental via sistema de preços nos produtos”.

Os novos conceitos abordados na economia ambiental foram elaborados no âmbito das discussões sobre o modelo de desenvolvimento estruturado em três preceitos normativos: a eficiência econômica, a equidade social e a prudência ecológica. (OLIVEIRA, 2002). Assim, a economia ambiental se estrutura no campo analítico das relações entre o sistema econômico com o meio ambiente, baseado nos conceitos biofísicos e ecológicos.

Neste sentido, a economia ambiental deve estimular os mecanismos voluntários de proteção ao meio ambiente, com incentivos econômicos para as empresas implantarem sistemas de regulação com punições a custos de multas como princípio do poluidor pagador, implantar políticas governamentais para manter o meio ambiente e bem-estar das populações e implantar um sistema de impostos para assegurar o equilíbrio sustentável do meio ambiente (ALIER, 1999 e HAUWERMEIREN, 1998).

A compensação dos danos internaliza a insatisfação como falha do mercado, porque o mecanismo de preço não terá sido capaz de restabelecer o nível de otimização.

Uma vez recomposto o equilíbrio, através da correção da falha de mercado, cessa a preocupação com o ambiente. Nesta linha de raciocínio, a poluição é vista como uma externalidade negativa e é internalizada quando os custos marginais de controle são iguais ao custo marginal de degradação ambiental, caracterizando o ótimo de poluição como o ponto em que, mesmo existindo poluição, esta é socialmente aceita.

Assim sendo, efeitos compensatórios como o valor econômico dos recursos ambientais pode ser decomposto em valor de uso e valor de não uso. A aplicação do modelo de avaliação do valor econômico do meio ambiente é definida pelo custo de oportunidade dos recursos ambientais salientado na tabela abaixo (MOTTA, 2006).

Tabela 1 - Aplicação do modelo de avaliação do valor econômico do meio ambiente

Valor de uso			Valor de não uso
Valor de uso direto	Valor de uso indireto	Valor de Opção	Valor de existência
Bens e serviços ambientais apropriados diretamente da exploração do recurso e consumidos hoje	Bens e serviços ambientais que são gerados de funções ecossistêmicas e apropriados indiretamente hoje	Bens e serviços ambientais de usos indiretos a serem apropriados no futuro	Valor não associado ao uso atual ou futuro e que reflete questões, morais, culturais éticas ou altruísticas.

Fonte: Motta, 2006.

Ao pensar na questão ambiental como um processo histórico estruturado na visão antropocêntrica, estabelecem-se os marcos corretos da delimitação do problema. No âmbito geral, a representação social, como expressão dos valores de participação e cidadania, consolidou um contexto de ruptura estabelecido pela Revolução Francesa para uma nova sociedade.

A forma holística com que o conjunto de novos valores se consolidou, fornecendo elementos necessários na formulação de princípios, são baseados na sustentação da sociedade ocidental, tal como a conhecemos atualmente. Fica evidente, então, a necessidade de redefinir novos estilos de desenvolvimento, estabelecendo novos horizontes e a passagem de uma civilização do “ter” para uma civilização do “ser” (SACHS apud ROMEIRO, 1998).

2.2 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

A origem social da questão ambiental, nos anos 60, alocava-se no desenvolvimento humano que acelerou o processo de deterioração dos ambientes naturais devido a uma urbanização mal conduzida e de caráter global. Estes desafios cada vez mais crescentes da humanidade deram origem a inúmeros relatórios redigidos no início dos anos 70, que esboçavam uma avaliação mundial das questões ambientais mais emergentes e a formulação de ações imediatas nas diferentes instâncias do poder político.

O desenvolvimento aloca-se nas questões centrais assumidas pelas sociedades contemporâneas, como o progresso técnico, a ambição do domínio sobre a natureza e a escassez dos recursos naturais e dos bens de consumo, visando atender essencialmente o crescimento econômico.

Esta dinâmica histórica da sociedade gerou inúmeros conceitos de desenvolvimento sustentável, que emergiu de uma Estratégia Mundial para a Conservação, concebida pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUD). Este conceito gira em torno de uma perspectiva ecológica, envolvendo elementos do desenvolvimento humano, da preservação da biodiversidade, da qualidade de vida e da equidade socioeconômica das instituições públicas e privadas que contribuem na formulação de políticas públicas (FRANCO, 2000).

Na concepção de Sachs (1996), um dos pressupostos da importância de frear o crescimento demasiado e acelerado imposto pelos países desenvolvidos, pelo qual pagamos um alto preço social e ecológico, parte do desenvolvimento sustentável. Um segundo pressuposto é o crescimento socialmente benigno que caracterizou a Idade de Ouro do capitalismo, pós-guerra, entre 1950 e 1975, com altas taxas de crescimento e de pleno emprego, característica dos países industrializados.

Na década de 60, início da crise ecológica, foi um dos principais alvos das críticas o modelo insipiente de vida, que causava prejuízos ambientais devido ao demasiado crescimento econômico e uso de tecnologias que remodelavam o meio ambiente (FRANCO, 2000).

A comunidade científica, em conjunto com as grandes potências mundiais, tiveram o mérito de despertar as nações para que criassem uma equidade entre crescimento econômico, perdas ambientais e desenvolvimento científico e tecnológico, que foi amplamente discutido pelo relatório de Meadows encomendado pelo Clube de Roma (CAVALCANTE, 1995).

O desenvolvimento sustentável, a partir de 1970, questionava o modelo de crescimento

econômico, que era centrado no desenvolvimento e na acumulação de riquezas, que gerava efeitos desagregadores aos ecossistemas naturais, alguns deles irreversíveis (HOGAN e VIEIRA, 1995). Os primeiros passos foram dados em 1973 por Maurice Strong, que intitulou o conceito de eco-desenvolvimento, que caracterizava um novo modelo de desenvolvimento, que Sachs (1993) define como um projeto de estado e sociedades, cujo centro do desenvolvimento econômico é a sustentabilidade social e humana capaz de ser solidária com a biosfera.

Para Sachs (1990) deve haver um jogo positivo com a natureza levando em conta um processo de mudança na exploração dos recursos naturais, na dinâmica dos investimentos, nas inovações tecnológicas e nas instituições atendendo as dimensões da (VIEIRA, 1997):

- Sustentabilidade Social: desenvolvimento equitativo da sociedade;
- Sustentabilidade Econômica: alocação pública e privada nas questões sociais e em manejos eficientes dos recursos naturais;
- Sustentabilidade Ecológica: utilização equilibrada dos recursos existentes nos diversos ecossistemas proporcionando um nível mínimo de deterioração do seu potencial;
- Sustentabilidade Geográfica: distribuição espacial equilibrada dos assentamentos humanos e das atividades econômicas;
- Sustentabilidade Cultural: resgate da cultura local em equilíbrio com o desenvolvimento endógeno da região;

Com a crise econômica mundial dos anos 80 foi resgatada a questão do uso intensivo dos recursos naturais pelo Relatório Brundtlandt em 1987, conhecido como Nosso Futuro Comum, em que a idéia de desenvolvimento sustentável era retomada pelos debates sobre o impacto do desenvolvimento nos problemas socioeconômicos e ambientais (SANTOS, 2004). O relatório foi fruto da Comissão Mundial de Meio Ambiente e Desenvolvimento das Nações Unidas, composta por 22 membros de todo o Mundo, e foi conduzida pela Sra. Gro H. Brundtland, ex-primeira ministra e líder do Partido Trabalhista norueguês. A comissão estava preocupada em discutir as políticas de preservação do meio ambiente e os futuros desafios que as novas gerações enfrentariam com o processo de degradação ambiental. Neste relatório, definiram-se as relações entre o meio ambiente e o desenvolvimento, assim como as perspectivas do planeta diante dos desafios de se estabelecer uma sociedade equilibrada e apoiada nos conceitos de desenvolvimento sustentável.

No Relatório Brundtlandt foram estabelecidas uma série de medidas a serem tomadas, pois se

pretendia criar elos entre os Estados nacionais, condicionando (CAVALCANTE, 1995):

- À limitação do crescimento populacional;
- À garantia de alimentação à longo prazo;
- À preservação da biodiversidade e dos ecossistemas;
- À diminuição do consumo de energia e desenvolvimento de tecnologias que admitem o uso de fontes energéticas renováveis;
- Ao aumento da produção industrial nos países não-industrializados à base de tecnologias ecologicamente adaptadas;
- Ao controle da urbanização selvagem e integração entre campo e cidades menores;
- Às necessidades básicas do ser humano.

A ONU, associação mundial em prol do desenvolvimento sustentável, a partir da resolução 44/228 da Assembleia Geral de 22 de dezembro de 1989, convocou a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, para adotar políticas que abordassem uma equilibrada e integrada Agenda de questões relativas a meio ambiente e desenvolvimento. O objetivo da Agenda 21 era preparar o mundo para os desafios do próximo século com um compromisso político e de desenvolvimento na cooperação ambiental (BEZERRA et al, 2000). O documento subdividiu-se em quatro grandes grupos conforme a tabela abaixo:

Tabela 2 - Grupos que Abrangem as Principais Iniciativas da Agenda 21

Grupos que Abrangem as Principais Iniciativas da Agenda 21	
Sociais e Econômicas	Conservação e Gestão dos Recursos para o Desenvolvimento
Fortalecimento do papel dos Grupos Principais	Meios de Implantação

Fonte: Conferências das Nações Unidas para o Desenvolvimento, 2000.

Em 1992, no Rio de Janeiro, foi sediada a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento, reforçando o comprometimento mundial com as questões ligadas ao desenvolvimento sustentável. O objetivo da Rio 92 era formular medidas que visassem reconciliar as atividades econômicas com a necessidade de proteger o planeta, assegurando um futuro sustentável para todos os povos (CAMARGO, 2002).

As conferências subseqüentes organizadas pelas Nações Unidas – Desenvolvimento Social, em Copenhague; Direitos Humanos, em Viena; População, no Cairo; Mulher, em Beijing; e o Habitat II, em Istambul – incorporam a problemática ambiental em seus temas específicos. Entretanto, nem todas fazem referência específica à questão da ciência e tecnologia para o desenvolvimento sustentável.

A Cúpula Mundial de 2002 sobre o Desenvolvimento Sustentável, realizada em Johannesburgo, reconhece que o desenvolvimento sustentável tem metas em longo prazo que requerem que os países do Hemisfério Norte trabalhem em colaboração nesta área. A necessidade de recorrer a mecanismos eficazes, inclusive financeiros, como o Fundo Mundial de Proteção do Meio Ambiente, não se limitando a ele, para aprimorar projetos de capacitação, transferência de tecnologia e de desenvolvimento sustentável visam fomentar e apoiar a implementação de acordos ambientais multilaterais (FRANCO, 2000).

Sachs (1996) aponta que estamos lidando todos os dias com a crise ambiental e social. O mundo está passando por uma crise social, onde o desemprego e o subemprego apresentam uma escala nunca vista. Estes problemas da exclusão social, segregação espacial, pobreza endêmica e até da população sem teto, estão atualmente no centro do debate dos países mais industrializados (SACHS, 1996). Sachs coloca que devemos repensar, fundamentalmente, o modelo da modernização rural brasileira, que sofre uma crise em grande escala e está se transformando em uma agricultura sem homens.

Camargo (2002) retrata que os últimos 10 anos pós Rio – 92 foram marcados por uma crise econômica e pelo plano real, onde predominaram reformas econômicas, deixando-se de lado as demandas sociais e ambientais. Este processo foi evidenciado pela globalização, que quebrou as barreiras comerciais e abriu as portas para a livre circulação do capital externo, fortemente impulsionado pelo processo de privatizações.

Neste contexto, ampliar o conceito de sustentabilidade preconiza permear todas as dimensões da vida: a econômica, a social, a territorial, a científica e tecnológica, a política e a cultural, reduzindo os conflitos a ponto de torná-los administráveis no tempo e no espaço.

2.3 INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE

No final do século XX, o crescimento da consciência da sociedade em relação à degradação do meio ambiente ocorreu devido ao processo acelerado de desenvolvimento (BELLEN, 2002). A crise iniciou-se com a ambiental, influenciando a sociedade em um novo processo estrutural, baseado nos princípios do desenvolvimento sustentável. Este novo modelo de desenvolvimento preconizava a legitimidade da valorização do homem e da consciência do respeito ao meio ambiente a serem alcançados.

Os primeiros passos dados, há mais de 30 anos, foram as conferências mundiais sobre meio ambiente onde foi criada uma agenda de desenvolvimento ambiental sustentável, que descreve o estado e a resposta dos fenômenos que ocorriam pelo mundo (SANTOS, 2004). Nesta fase, a história foi marcada pela inexistência de ferramentas que avaliem os estágios de desenvolvimento local. Com o uso de indicadores de sustentabilidade, podemos demonstrar as variações de valores ou estados de determinadas variáveis, distintas no tempo, sinalizando aspectos prioritários no processo de desenvolvimento, que meçam as dinâmicas da sustentabilidade. Como instrumento, os indicadores permitem agrupar uma grande quantidade de informações, possibilitando criar um número significativo de parâmetros, apoiados nas decisões sintéticas sobre um determinado fenômeno, avaliando as tendências de um ambiente. (SANTOS, 2004).

Neste contexto, os indicadores podem apresentar critérios de avaliação social e econômica no desenvolvimento da qualidade de vida, no rendimento médio de uma população e na busca de alternativas que norteiem as questões relacionadas ao desenvolvimento um setor ou de uma região.

Para Santos (2004), os indicadores são fundamentais para apoiar as decisões, pois permitem criar cenários sobre o estado do meio analisado e formar indicativos de mudanças das condições do território em diferentes dimensões e de diversas complexidades.

A palavra indicador vem do latim *indicare*, que representa algo a salientar ou a revelar. Os indicadores avaliam o desenvolvimento nas questões conceituais e científicas. Seu campo de aplicação serve de auxílio às políticas públicas, sendo eficiente na aplicação de metodologias para medir o grau de desenvolvimento sustentável dos países, dos estados e dos municípios (QUIROGA, 2001).

Os indicadores de sustentabilidade são objetos de vários estudos, analisando contextos envolvendo aspectos nos mais diversos saberes (GOMES, 2000). Esta ferramenta é básica na aplicação do conceito de sustentabilidade, que estabelece medidas de avaliação na relação homem e natureza.

Os indicadores têm conquistado um peso crescente quando aplicados às metodologias que agrupam informações de caráter técnico e científico, transmitindo de forma sintética dados originais, utilizando variáveis que podem ser medidas ou analisadas (GOMES, 2000).

As primeiras gerações de indicadores de sustentabilidade, nos anos 80, evidenciavam a questão ambiental e avaliavam um número reduzido de dimensões, sem levar em conta todas as esferas conceituais ligadas ao desenvolvimento sustentável.

A partir dos anos 90, com a agenda 21, a composição dos indicadores abordava algumas dimensões propostas pelo desenvolvimento sustentável como a equidade social, econômica e ambiental.

A terceira geração de indicadores incorpora as três dimensões de forma transversal e sistêmica, mantendo uma relação sinérgica entre as dimensões e os setores desde sua origem (QUIROGA, 2001). Estes enfoques metodológicos subdividem-se em duas abordagens, uma sistêmica e outra comensuralista.

O enfoque sistêmico segundo Quiroga (2001) evidencia e reconhece os problemas metodológicos e axiológicos da incomensurabilidade, renunciando a agregação e a construção de mega indicadores. Esta relação é construída com um conjunto de indicadores, que mostram as tendências sinérgicas, demonstrando as tendências, tensões e as causas subjacentes dos problemas da sustentabilidade.

O enfoque comensuralista, conforme Quiroga (2001), é aquele que oferece a possibilidade de agregar uma somatória de variáveis de diversas índoles, utilizando uma única escala comum de avaliação a todos os indicadores de sustentabilidade. Este enfoque permite agregar em uma única variável as unidades monetárias físicas e energéticas.

A Comissão de Desenvolvimento Sustentável (CDS), criada pela ONU, tem como principal missão monitorar os avanços em direção ao desenvolvimento sustentável, e atender os preceitos propostos pela Agenda 21.

A principal finalidade da CDS é criar e planejar, com o uso de indicadores de sustentabilidade, novos modelos de desenvolvimento apoiados nas experiências da OCDE (BEZERRA, 2004;

QUIROGA, 2001). O trabalho desenvolvido pela CDS das Nações Unidas, contribui fundamentalmente nos aspectos conceituais da sustentabilidade, criando um leque de indicadores abrangentes, como proposto na Figura 1 abaixo (GOMES, 2000; BEZERRA, 2004):

Figura 1: Aspectos determinantes do desenvolvimento sustentável

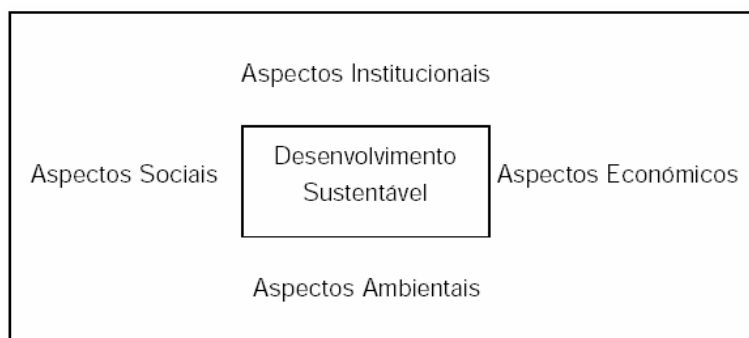


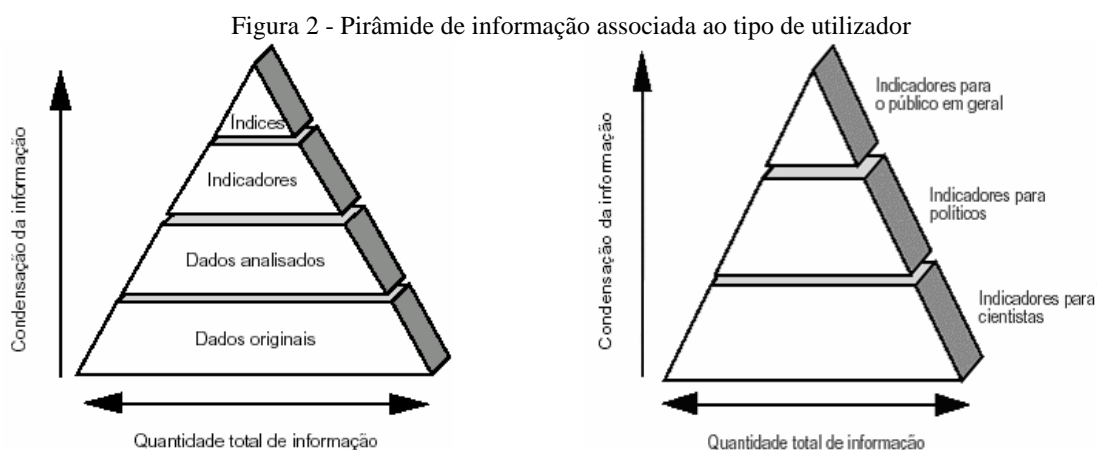
Fig. 1 - Aspectos determinantes do desenvolvimento sustentável.
(Adapt. de Gouzee et al., 1995).

Na agenda 21, o capítulo 40 retrata a questão dos indicadores de sustentabilidade como uma ferramenta consistente de apoiar decisões e representar um conjunto apropriado de relatórios com bancos de dados para orientar as políticas públicas (JUNIOR et al, 2005). Os indicadores de desenvolvimento sustentável devem refletir eficiência, suficiência e equidade na qualidade de vida, fornecendo ferramentas de gestão local, regional, estadual e até mesmo global (BELLEN, 2005).

Um bom indicador alerta sobre um problema antes que ele se torne muito grave, e indica o que precisa ser feito para resolvê-lo. Os indicadores servem como um conjunto de aplicações de objetivos como (GOMES, 2000):

- Atribuição de recursos;
- Classificação de locais;
- Cumprimento das normas ou critérios legais;
- Análise de tendências;
- Informação ao público;
- Investigação científica.

Este processo apresenta níveis hierárquicos de informações compondo uma pirâmide conforme a Figura abaixo.



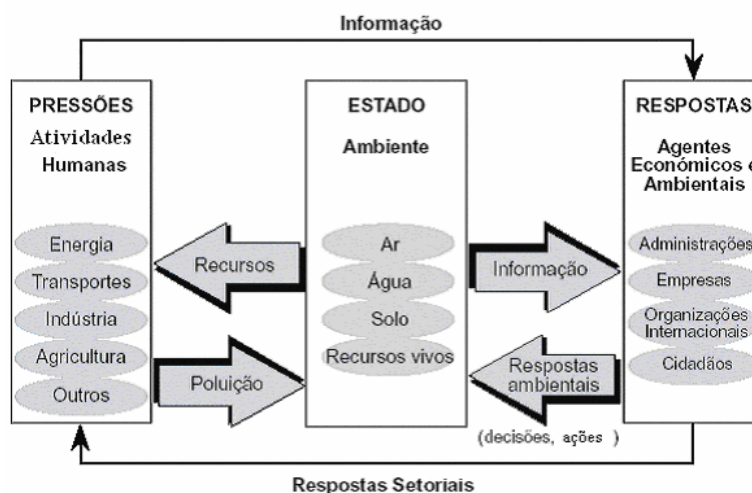
Fonte: Gomes, 2000; Bellen, 2005.

A OCDE foi pioneira ao desenvolver indicadores ambientais, iniciando um programa específico em 1990 para o G-7, adotando um grupo de indicadores específicos e objetivos para criar cenários factíveis de análise (BEZERRA, 2004; QUIROGA 2001).

De acordo com a classificação da OCDE, os indicadores podem ser sistematizados pelo modelo Pressão-Estado-Resposta (PER), destacando-se em três grupos chave de indicadores (OCDE, 1993; BEZERRA 2004):

- Pressão - caracterizam as pressões sobre os sistemas;
- Estado - reflete a qualidade do ambiente num dado horizonte espaço/tempo;
- Resposta - avaliam as respostas da sociedade às alterações e preocupações ambientais.

Figura 3 - Respostas Setoriais



Fonte: Gomes, 2000.

A organização sistêmica dos indicadores utilizados pela OCDE é representada por uma tabela de vantagens e desvantagens de seu uso, a seguir:

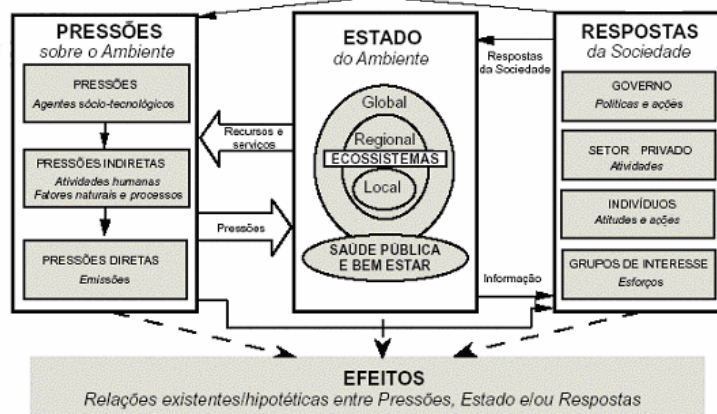
Tabela 3 – Vantagens e desvantagens do uso do OCDE

Vantagens	Desvantagens
Permite comparações de indicadores ambientais em nível internacional; Permite desenvolver e priorizar a manifestações dos problemas, facilitando a comunicação e o acesso às informações.	Não consideraram metas da sustentabilidade (informações sobre as funções dinâmicas dos ecossistemas); Focalizam apenas o que está ocorrendo momentaneamente (privilegiam as políticas corretivas de curto prazo).

Fonte: Bezerra, 2004.

A Agência de Proteção do Ambiente Norte Americana (USEPA) tem desenvolvido estudos na área de indicadores e índices ambientais, apresentando uma modificação do modelo PER (QUIROGA, 2001; BEZERRA 2004). O Modelo em questão, Pressão-Estado-Resposta-Efeitos, difere do modelo adotado pela OCDE em alguns pontos fundamentais, incluindo uma nova categoria denominada efeitos. Esta categoria está relacionada a indicadores que avaliem as relações existentes entre as variáveis pressão, estado, resposta, criando critérios de decisão, objetivos e metas nas políticas ambientais. Este modelo de indicadores permite confrontar os efeitos das atividades humanas sobre a biosfera, assim como avaliar as dimensões do desenvolvimento sustentável.

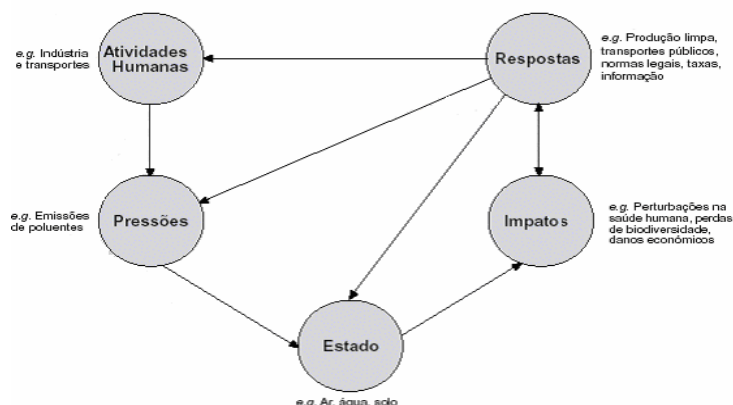
Figura 4 - Estrutura conceitual do modelo Pressão-Estado-Resposta-Efeitos, proposto pela USEPA



Fonte: GOMES, 2000.

O modelo de indicadores ambientais proposto pela AEA denominado DPSIR, tem uma filosofia dirigida para analisar problemas ambientais. Este modelo considera as Atividades Humanas (D - "*Driving forces*"), as indústrias e os transportes que produzem Pressões (P - "*Pressures*"), como emissões de poluentes que degradam o Estado (S - "*State of the Environment*"), que geram Impactos (I - "*Impacts on the Environment*") à saúde humana e nos ecossistemas, levando a sociedade a emitir Respostas (R - "*Responses*") através de políticas, normas legais, taxas e produção de informação, direcionadas a qualquer compartimento do sistema vigente (GOMES, 2000).

Figura 5 – Indicadores ambientais proposto pela AEA



Fonte: Gomes, 2000.

A utilização de indicadores e índices, nas mais diversas áreas setoriais, geraram controvérsias entre técnicos e cientistas, devido às diversas metodologias de aplicação. As eventuais perdas de informação constituem entraves na adoção de um modelo generalizado de sistemas de indicadores e índices (GOMES, 2000). Na Tabela 4 apresenta-se uma análise das principais vantagens e limitações sistêmicas ou comensuralistas de cada método.

Tabela 4 - Síntese de algumas vantagens e limitações da aplicação de indicadores e índices de desenvolvimento sustentável

Vantagens	Limitações
<ul style="list-style-type: none"> - Avaliação dos níveis de desenvolvimento sustentável. - Capacidade de sintetizar a informação de caráter técnico/científico; - Identificação das variáveis-chave do sistema; - Facilidade de transmitir a informação; - Bom instrumento de apoio à decisão e aos processos de gestão ambiental; - Sublinhar a existência de tendências; - Possibilidade de comparação com padrões e/ou metas pré-definidas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Inexistência de informação base; - Dificuldades na definição de expressões matemáticas que traduzam os parâmetros selecionados; - Perda de informação nos processos de agregação dos dados; - Diferentes critérios na definição dos limites de variação de índice; - Ausência de critérios robustos para seleção de alguns indicadores; - Dificuldades de aplicação em determinadas áreas.

Fonte: Bezerra, 2001.

No critério de seleção do conjunto de indicadores deve-se avaliar o conjunto de dados que atenda as necessidades quanto à precisão e relevância dos resultados (BELLEN, 2005). Os critérios de seleção dos indicadores devem seguir uma ordem cronológica como (GOMES, 2000):

- A existência de dados base;
- A possibilidade de comparação dos critérios legais com outros padrões e metas existentes;
- A facilidade e rapidez de determinação e interpretação;
- O grau de importância e validação científica;
- A sensibilidade de aplicação no público alvo;
- O custo de implantação;
- A possibilidade de ser rapidamente atualizado.

A maioria dos indicadores não preenche todos os critérios desejáveis para garantir uma análise realista de um local. A necessidade de conciliar metodologias consolidadas pelo mundo busca adequar as análises da realidade local abordando os elementos vitais de cada localidade. Neste sentido, foi elaborada uma descrição de algumas metodologias, apoiadas na construção dos vínculos com

desenvolvimento sustentável, visando elucidar algumas metodologias acompanhadas de tabelas, figuras, gráfico e mapas ilustrativos que expressam a evolução do Município de Bom Retiro – SC.

2.3.1 Indicadores Ambientais (Ecodinâmica)

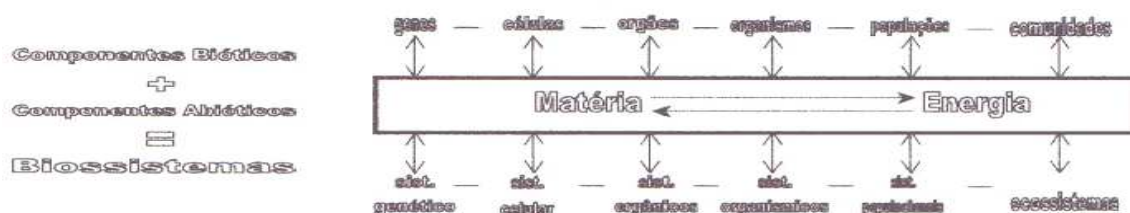
Os primeiros indícios científicos da ecologia, no final do século XIX, foram retratados por cientistas americanos e europeus que se autodenominavam ecólogos (RICKLEFS, 2001). A ascensão da ecologia como ciência teve uma repercussão mundial entre os anos 1968 e 1970. A preocupação com a poluição, degradação de áreas naturais, aumento da população ocorria devido ao grande consumo de alimentos e energia, gerados pelas cidades e indústrias.

A ciência ecologia produziu um imenso conhecimento do mundo que nos rodeia como um elemento chave na qualidade de vida humana e nos princípios de prevenção aos problemas ambientais. Esta dimensão da ciência biológica é voltada ao estudo dos indivíduos em comunidades, integrado aos ambientes ou habitat. Preocupa-se com as relações de interdependência entre os indivíduos, suas comunidades e o ambiente onde vivem.

A Terra é um sistema ecológico com um conjunto de populações vivendo em conjunto, um ecossistema, onde cada elemento vivo e não vivo integra-se sistemicamente à biosfera. Neste contexto, Odum (1998), um dos percussores da ecologia, subdivide-a em níveis organizacionais, como um “espectro biológico”, hierarquicamente caracterizado pela comunidade, população, organismo, órgão, célula e genes que definem os componentes bióticos e abióticos que constituem um biosistema. Estas unidades relacionam-se em níveis hierárquicos dos genes aos ecossistemas.

A figura abaixo representa os níveis organizacionais desde os organismos ao ecossistema.

Figura 6 - Relação Sistêmica entre a unidade biótica com o meio abiótico



Fonte: Odum, 1998.

O inter-relacionamento entre o ambiente não vivo (abiótico) e os organismos vivos (biótico) relacionam-se entre si, e retratam o ecossistema como uma unidade biossistêmica que envolve todos os organismos vivos, em conjunto (comunidade biótica) e em uma determinada área, em um ambiente físico onde ocorre o fluxo de energia e a reprodução de suas estruturas físicas.

Neste aspecto, (ODUM, 1988) nos conduz ao Princípio das Propriedades Emergentes, que define a organização hierárquica do sistema em duas direções: a máxima sistêmica com a soma de todas as partes; e a noção de interdependência que a abordagem sistêmica enseja. Assim, as unidades relacionam-se formando subsistemas, estes se relacionam formando sistemas maiores, e assim por diante.

O ecossistema é uma unidade que nasce do relacionamento entre outras unidades, tanto biótica como abiótica, e relaciona-se por meio de um fluxo constante de matéria e energia. Este processo é chamado de retroalimentação, que ocorre quando parte da saída retorna para o sistema como entrada, possibilitando a ciclagem de matéria e estabilizando o sistema com a economia de matéria e energia. Este processo de troca de energia é a base da concepção da termodinâmica dos ecossistemas.

O ecossistema é a unidade fundamental básica da ecologia, que se caracteriza por ser um sistema aberto com entrada, saída e retroalimentação (RICKERFS, 2001). Este sistema é composto pela interação de três componentes básicos: comunidade, fluxo de energia e ciclagem de materiais. Estes sistemas, segundo Tricart (1977), são o conjunto de fenômenos que processam, mediante fluxos de matéria e energia, apresentando uma dinâmica própria com subsistemas que compõem o ecossistema, permitindo relacionar em uma única ciência os saberes da botânica, biologia e geografia física.

Assim, Tricart propõe uma estrutura sistêmica, apoiada em uma avaliação física da paisagem, a ecodinâmica, que permite avaliar o fluxo da energia solar nos processo de fotossíntese; avaliar a interceptação das precipitações devido à rugosidade das plantas, na dissipação da energia cinética da água sobre solo; e avaliar os princípios da morfogênese sobre a pedogênese.

A análise morfodinâmica avalia as unidades de paisagem natural partindo dos princípios da Ecodinâmica (TRICART, 1977), que estabelece diferentes categorias de processos resultantes de morfogênese sobre a pedogênese. Quando predomina a morfogênese, prevalecem os processos erosivos, modificadores das formas de relevo, caso contrário, na pedogênese, prevalecem processos formadores de solos.

Estes processos, segundo Tricart (1977), sofrem dinâmicas com a absorção da energia da fração luminosa e do espectro eletromagnético solar, somados com o carbono do gás carbônico que produzem hidrato essencial nos tecidos vegetais (base da vida dos produtores primários), que são básicos na estrutura da pirâmide alimentar.

Para que o processo seja contínuo, é importantíssimo que a energia solar penetre na vegetação. A radiação absorvida pelas plantas, por ondas térmicas (infravermelhas), provoca a transpiração (troca de energias), retirada da água do solo, que se transforma em vapor. O vapor d'água transforma-se em chuva, onde as gotas são amortecidas pelas folhas das plantas devido a sua rugosidade (irregularidades das folhas), que reduzem a energia cinética sob o solo, evitando erodibilidade e facilitando a infiltração da água. Este efeito é provocado pela cobertura vegetal, que freia o vento e aumenta a turbulência da passagem do ar em regiões de pouca vegetação, impedindo seu crescimento.

No nível da superfície do solo ocorre uma bifurcação de fluxos hídricos na infiltração, onde parte do processo participa na elaboração dos solos, alimentando as plantas, e posteriormente ao escoamento das camadas do solo (matéria orgânica, argila, carbonato de cálcio, óxido de ferro) saturado, acarretando a erosão pluvial decorrente do impacto das gotas da chuva, ou seja, a estabilidade estrutural do solo.

Estes processos, em conjunto com as atividades econômicas tendem a compactar o solo e aumentam sua erodibilidade provocando mudanças nos regimes hídricos dos ecossistemas. A cobertura vegetal, ao interceptar a precipitação hidrológica, reduz a energia cinética, fortalecendo a superfície do solo, devido ao aumento dos dendritos vegetais que amortecem a chuva. Por outro lado, o nível da parte superior da litosfera é composto por um sistema (seres unicelulares, insetos e pequenos mamíferos), que transformam e produzem gás carbônico e ácidos orgânicos que são solúveis em água e reagem com vários minerais sobre as rochas.

As águas sob gravidade transportam elementos dissolvidos, que são extraídos pelas raízes. Estes processos conciliados à pedogênese, transformam a matéria mineral das rochas (processo gradativo) em aspectos puramente físicos, químicos e bioquímicos.

Para Tricart (1977) a classificação Ecodinâmica do meio ambiente é conduzida por uma dinâmica de organização do espaço natural. A distinção dinâmica distingue três grandes grupos morfodinâmicos: Meios Estáveis, Meios Intergrades e Meios Fortemente Estáveis.

Nos meios estáveis, os processos mecânicos agem de maneira lenta, em ambientes de declividade suaves, cobertura vegetal suficientemente fechada, que impede os processos mecânicos da morfogênese, com uma dessecação moderada das águas (forças dos cursos d'água, sapeamento dos rios e vertentes de lenta evolução), o que representa uma baixa instabilidade hidrológica. Quanto mais fraca for a intensidade da dessecação do solo, maior será sua composição e sua estabilidade. Os dados pedológicos permitem estabelecer princípios da ordenação e manejo do território como a recuperação da mata ciliar, a conservação da floresta existente e a remodelação agrícola das bacias e vertentes.

Meios Intergrades é uma transição entre os meios estáveis e instáveis, caracterizados pela influência permanente da morfogênese e pedogênese, exercendo as mesmas funções no mesmo espaço, variando seus critérios qualitativo (morfogênico que afeta unicamente a superfície do solo), quantitativo (retira elementos do perfil superior do solo quando à vegetação) e meio geodinâmico. O material levado por uma ablação lenta e crônica acentua gradativamente a diferenciação dos horizontes nos sítios de partida de material e em sítios de acumulação, onde o balanço da ação oscila e muda de acordo com as condições oferecidas no meio. Quando o processo de morfodinâmica é acelerado e ultrapassa a pedogênese, ocorre um balanço negativo. Neste processo, o horizonte A do solo vai reduzir e começa a desenvolver-se o horizonte B. Nesta fase a contribuição dos elementos coluviais desenvolve-se com o tempo, gerando um horizonte mal desenvolvido. Toda a estrutura da dinâmica da ação dos elementos degradativos do solo são retardados pela intensidade da cobertura vegetal.

Nos meios fortemente estáveis, a morfogênese é o elemento predominante da dinâmica natural, e os outros elementos são subordinados à sua ação. A ação endógena (dobras, falhas, mantos de charriage, vulcões, terremotos) e a geodinâmica são mais atuantes em áreas de ação vulcânica, devido à falta de uma cobertura do solo e pelo relevo com declives fortes que favorecem a ação da gravidade em áreas elevadas com encostas, que sofrem a ação direta da água. Outro elemento para ratificar a análise da morfogênese é a influência indireta exógena (desgaste e acumulação) do clima, onde a vegetação adapta-se às suas irregularidades e sobre as influências bioestáticas⁵, que são reduzidas por uma cobertura mais densa do solo. A influência antrópica somada a causas naturais em regiões acidentadas acelera o processo de degradação, ativando de maneira intensiva a morfodinâmica, que decompõe os materiais modificados por edafização⁶ prévia.

⁵ Bioestática estuda a morfologia, anatomia, histologia e citologia da vegetação.

⁶ Edafização: transformação das rochas decompostas em solos.

A vulnerabilidade natural de cada unidade deve ser avaliada considerando a relação entre processos morfogênicos e pedogênicos, atribuindo valores de estabilidade para cada unidade do modelo que estabelece cinco classes de vulnerabilidade para cada tema (CREPANI, 2000), baseado no conceito de análise ecodinâmica de Tricart (1977).

2.3.2 Indicadores Sociais (IDH)

A sustentabilidade sobre uma perspectiva social é dada à presença do ser humano na ecosfera, visando o bem estar e o aumento de sua da qualidade de vida (BELLEN, 2005). Os anos 60 foram marcados por inúmeras tentativas de organizar sistemas mais abrangentes de acompanhamento das transformações sociais. O descompasso entre o crescimento econômico e a melhoria da condição social visava a inserção de instrumentos que medissem as desigualdades sociais entre vários países (JANNUZZI, 2004). Neste período, as estimativas de crescimento social das nações eram avaliadas pelo PIB (Produto Interno Bruto), que não era suficientemente apropriado como uma medida representativa do desenvolvimento social.

Na assembléia geral da ONU, em setembro de 2005, discutiu-se uma revisão da declaração do Milênio de 2000, tendo como objetivo principal proporcionar elementos de referência concretos, para medir o avanço das áreas sociais para 2015, tais como: a erradicação da pobreza, a educação primária mundial, promoção da equidade do gênero, redução da mortalidade infantil, melhora da saúde materna, combate ao HIV, garantia da sustentabilidade ambiental (PNUD, 2005).

Um indicador social, segundo Villamonte (2001), é uma medida em geral dotada que substitui, quantifica ou operacionaliza um conceito social abstrato, de interesse teórico (acadêmico) ou programático (formulação de políticas públicas). Este recurso metodológico, empiricamente, informa algo sobre um aspecto da realidade social ou sobre mudanças que estão se processando em uma localidade (ANDERSEN, 2004).

O Indicador Social é um instrumento operacional de monitoramento da realidade utilizado na reformulação de políticas públicas. As taxas de analfabetismo, rendimento médio do trabalho, taxas de desemprego e proporção de crianças matriculadas em escolas são indicadores sociais e traduzem cifras tangíveis e operacionais de várias das dimensões relevantes e específicas das dinâmicas da realidade social (VILLAMONTE, 2001). Neste sentido, os indicadores sociais são estatísticas, séries estatísticas

ou qualquer outro tipo de informação que nos permitem estimar o ponto em que estamos e o ponto almejado com relação a nossos valores e objetivos (BAUER apud IBGE, 1979).

Para Bellen (2005), o acesso a serviços básicos, água potável, ar puro, serviços médicos, proteção, segurança e educação pode estar ou não relacionado com os rendimentos ou riquezas das sociedades estabelecidos pelos indicadores sociais. Para a pesquisa acadêmica, Jannuzzi (2004) coloca que o indicador social é um elo entre modelos explicativos e a teoria social, operacionando e monitorando a realidade social para fins de reformulação de políticas públicas.

Os indicadores sociais, ao formar um conjunto de aspectos da realidade pragmática, são denominados de sistemas de indicadores sociais, que são definidos em um espaço geométrico com um sistema de coordenadas e múltiplas dimensões caracterizando o fenômeno social (JANNUZZI, 2000)

Um dos elementos de medida do desenvolvimento social é o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH). Criado por Mahbub ul Haq, com a colaboração do economista indiano Amartya Sen, contemplados pelo Prêmio Nobel de Economia de 1998 (PNUD, 2006).

O IDH é uma medida geral e sintética do desenvolvimento humano que avalia resumidamente o desenvolvimento, medindo a esperança de vida, a taxa de alfabetização e o Produto Interno Bruto (PIB) per capita da população em dólares americanos. Este índice avalia o desempenho de cada dimensão da sustentabilidade social com um valor que varia entre zero e um (PNUD, 2006).

O índice é uma fusão de três componentes, independentes de fatores espaciais e temporais: realização ou desempenho educacional (mensurável pela escolarização de adultos em anos de estudos), longevidade (medida pela expectativa de vida) e padrão de vida (medida pelo poder de compra que é derivado do PIB per capita) (PNUD, 2006). Os indicadores são calculados numa escala nacional, mas também podem ser ajustados para cálculos em escala sub-nacional, até mesmo municipal, utilizando como base os setores censitários.

2.3.3 Indicadores Econômicos

O comportamento global econômico é um dos fundamentos da macroeconomia, em uma relação sistêmica, com um número de variáveis que representam a produção total de um país, emprego, consumo e nível total de preços. A teoria econômica deve atender três objetivos básicos: alocação, distribuição e escala (BELLEN, 2005).

A questão relativa à alocação e à distribuição apresenta um tratamento consistente tanto em termos teóricos quanto históricos. O quesito escala não leva em conta os instrumentos políticos de execução. A alocação se refere à divisão relativa dos fluxos de recursos em função das preferências individuais, que oscila no mercado no quesito preço dos produtos.

Para se efetuar uma leitura da evolução recente da conjuntura econômica, é necessário analisar um grande volume de informações sobre as mais variadas séries econômicas, onde cada uma delas reflete o andamento dos aspectos parciais específicos da economia (DIAS, 2003).

Uma delas é a contabilidade nacional, que através da macroeconomia, define indicadores econômicos como o Produto Interno Bruto per capita, que indica a renda média da população em um país ou território, sendo sua variação uma medida de crescimento econômico de uma região.

Na qualidade de um indicador sintético, o PIB per capita sinaliza o estado do desenvolvimento econômico em muitos aspectos, assim como o estudo de sua variação informa sobre o comportamento da economia ao longo do tempo (IBGE, 2005).

Em termos práticos, há um paralelo entre indicadores de desenvolvimento sustentável e indicadores econômicos, onde ambos podem ser usados para avaliar desempenho econômico da população (SIENA, 2002).

No início, o desenvolvimento de indicadores econômicos era sintético, e condensavam um grande volume de informações, sendo ampliado pelos indicadores compostos ou avançados, que analisavam o estado global das atividades ligadas à economia (DIAS, 2003). Esses indicadores compostos procuravam sintetizar a informação dispersa, contida nas diversas variáveis econômicas, captando a sua tendência de evolução dominante.

A equalização das condições de desenvolvimento econômico é medida por indicadores como infra-estrutura e bem-estar da população, sendo um elemento fundamental para enfrentar os efeitos negativos da globalização mundial (LAVINAS, 1997). Os indicadores econômicos auxiliam as políticas regionais, fornecendo bases de avaliação do maior ou menor grau de desenvolvimento de uma região.

Um indicador econômico como o PIB, classicamente utilizado para avaliar o desempenho das economias, não reflete o bem-estar econômico, e sua evolução no tempo não permite avaliar a sustentabilidade do desenvolvimento (TURNES, 2004). Neste sentido, os indicadores desenvolvimento

econômicos sustentável retratam o desempenho macroeconômico, financeiro e dos impactos no consumo de recursos materiais, uso de energia primária como alterações nas estruturas de consumo.

Para Turner (2004), o indicador econômico não leva em conta os efeitos sociais ou ambientais, mas conduz os efeitos sobre o consumo da população. O crescimento da produção de bens e serviços é um indicador básico do comportamento de uma economia que é caracterizado pelo efeito renda nas preferências do consumidor.

2.4 GESTÃO TERRITORIAL

A Gestão Territorial é uma ferramenta extremamente valiosa para o planejamento, implantação, acompanhamento e monitoramento de empreendimento de grande porte, seja ele industrial, obras de infra-estrutura, exploração mineral ou projetos agrícola-florestais (FBDS, 2005).

A Gestão Territorial é um diferencial competitivo na segurança institucional e nas soluções em tempo real para as mais diferentes demandas empresariais, governamentais assim como na geração de políticas públicas que auxiliem no processo de planejamento e direcionamento do território (FBDS, 2005).

Para Becker (1991) a gestão do território emergiu do reconhecimento das limitações do planejamento centralizado e técnico ultrapassando um viés meramente administrativo com articulações entre o poder público e o privado.

2.4.1 Municípios

Os municípios constituem unidades de menor hierarquia dentro da organização político administrativa do Brasil. Sua criação, incorporação, fusão ou desmembramento se faz por lei estadual (IBGE, 2000). Seus limites respeitam a continuidade territorial, unidade histórico-cultural do ambiente urbano e os requisitos previstos em lei complementar estadual, onde seu desmembramento é conduzido por uma consulta prévia à população via plebiscito (IBGE, 2000). Os municípios são administrados por leis orgânicas baseadas na Constituição Federal, podendo criar, organizar e suprimir distritos de acordo com sua legislação estadual.

Suas divisões administrativas são compostas pelos (IBGE, 2000):

- **Distritos:** Unidades administrativas criadas por lei municipal, onde sua criação, desmembramento ou fusão é estabelecida pela continuidade territorial e os requisitos previstos em lei complementar estadual;
- **Subdistritos:** Unidades administrativas normalmente estabelecidas nas grandes cidades, criadas através de leis ordinárias das Câmaras Municipais e sancionadas pelo prefeito;
- **Bairros:** são subdivisões intra-urbanas legalmente estabelecidas através de leis ordinárias das Câmaras Municipais e sancionadas pelo Prefeito.

2.4.2 Mecanismo de Ordenamento Territorial Brasileiro

Para o Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA), o território é um espaço físico, geograficamente definido, não necessariamente contínuo, mas caracterizado pelos critérios multidimensionais (ambiente, economia, sociedade, cultura, política, instituições), distintos nos elementos que indicam a identidade territorial, coesão social e territorial.

O território associa-se à noção de soberania, poder, controle em uma dimensão simbólica, compartilhamento e um papel na construção das identidades sociais e jurídicas. (PINOT, 2006).

O conceito de território é adotado por Raffestin (1980) e Becker (1988), que o definem como sendo um espaço da prática que inclui a apropriação efetiva ou simbólica de um espaço, implicando na noção de limite da territorialidade humana em uma relação com o espaço que tenta afetar, influenciar e materializar o poder.

BRASIL, MDA (2005), coloca que a identidade territorial deve ser equitativa prevalecendo o respeito, a diversidade, o espaço, os recursos, a sociedade e as instituições nos espaços supranacionais integrados socialmente.

A gestão territorial é um processo contínuo, participativo, interativo e hierarquizado nos diversos níveis de governamentais (nacional, estadual e municipal). Como instrumento de ordenamento territorial atende aos diplomas legais determinados pela constituição, na execução de políticas públicas e na segurança nacional, visando o desenvolvimento da sociedade e a proteção do meio ambiente (BRASIL, MDA 2005).

Duarte (2002) compreende o ordenamento territorial como a coordenação e orientação dos diferentes tipos de planejamento setorial nos investimentos governamentais. Há várias abordagens e conceituações sobre Ordenamento Territorial (IICA/MI, 2005):

- Transformação ótima do espaço;
- Técnica de administração com preponderância da articulação institucional entre as instâncias decisórias na repercussão territorial;
- Política de planejamento físico com viés regional;
- Ciência, abrangendo método de análise e modelagem do território cuja prática seria o planejamento territorial.

Ordenamento é a organização dos elementos de um conjunto à disposição ou de arranjo dos fins desejados em diferentes momentos históricos. O objetivo do ordenamento territorial no Brasil é estruturar bases sólidas para a alocação de recursos públicos e de uso coletivo. O ordenamento do território destina-se a orientar e promover o desenvolvimento de áreas com características especiais, como as áreas de fronteira, regiões atrasadas em relação ao padrão médio de desenvolvimento nacional.

Este processo dinâmico de gestão do território é liderado pelo poder político constituído (governo) e pelos diversos setores sociais como a iniciativa privada e a sociedade civil organizada. Neste contexto, a tomada de decisão na ocupação do espaço e uso dos recursos naturais deriva de um processo de adaptação da sociedade que busca adequar-se ao processo de aumento da demanda, crescimento populacional e a distribuição desigual dos padrões de consumo da sociedade.

Furlan (2005) considera como marco do ordenamento territorial no Brasil o projeto Radam-Brasil, que descreve o meio físico-ambiental do território nacional. A principal ferramenta de ordenamento territorial a nível estadual é o zoneamento ecológico econômico, onde os Estados da Federação devem preparar as bases de execução para sua implantação seguindo os princípios da agenda 21. Na escala local, o município deve apresentar um agenda 21 local, elaborando planos diretores municipais, baseados no Estatuto da Cidade.

Neste sentido, Pires do Rio et al (2003) coloca que criação das agências regularizadoras apóia os diversos setores da economia brasileira, criando mecanismos que estruturam a territorialidade, especificamente para os recursos hídricos, no processo de implantação da gestão em bacia hidrográfica.

Em casos específicos, como os das Unidades de Conservação, as políticas são criadas a nível federal, conduzindo um processo eqüitativo de uso do território quanto à sua exploração, conservação e

preservação do meio ambiente, que estão amparadas sobre as Leis: Crimes Ambientais (Lei Federal nº 9.605/98); Sistema Nacional de Unidades de Conservação (Lei Federal nº 9.985 de julho de 2000); Estatuto das Cidades (Lei nº 10.257 de 10 de julho de 2001); Georreferenciamento de Imóveis Rurais (Lei Federal nº 10.267/2001, regulamentada pelo Decreto n.º 4.449/2002). Estas Leis fornecem criação, fiscalização, organização e gestão destas unidades territoriais.

2.4.3 A legislação relacionada ao ordenamento territorial no Brasil

O ordenamento territorial abrange todas as áreas do planejamento federal, estadual e municipal, na organização e reordenamento do território. O Brasil não dispõe de um sistema integrado de ordenamento territorial que coordene ações específicas para cada nível governamental. Os planos, projetos, leis e instrumentos de intervenção são isolados, e adotam ações conflitantes, ora pela União, ora pelos Estados e Municípios (DUARTE, 2002). Segundo a autora, a legislação brasileira é incompatível para o ordenamento territorial devido à superposição de normas de planejamento territorial. Estas lacunas existentes na legislação, como a ambiental, contrastam precariamente com as atividades industriais, de habitação, infra-estrutura urbana e rural (DUARTE, 2002). De fato o País não dispõe de uma lei nacional de ordenamento territorial, que possibilita a hierarquização e integração de planos, ações e investimentos em infra-estrutura para promover o desenvolvimento, devido a descontinuidade nas ações administrativas entre os governos e na alocação de recursos (FERNANDES, 2004).

No Brasil os principais instrumentos legais e de impacto sobre o ordenamento do território, são:

a) Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos

Objetivos:

- Assegurar o atual estado de conservação para que às futuras gerações tenham a disponibilidade de água, em padrões adequados aos respectivos usos;
- Promover a utilização racional e integrada dos recursos hídricos, incluindo o transporte aquaviário, com vistas ao desenvolvimento sustentável;
- Prevenir e defender a população contra danos críticos à hidrologia, de origem natural ou decorrentes do uso inadequado dos recursos.

Natureza do impacto sobre o ordenamento territorial: O plano constitui-se de um sistema de gestão integrado para os recursos hídricos, prevendo unidade básica de adequação do uso dos recursos, das

diversidades físicas, bióticas, demográficas, econômicas, sociais e culturais diversificadas e adaptadas para cada região do País.

Este sistema de gestão dos recursos hídricos visa:

- Integrar a gestão ambiental em bacias hidrográficas com a dos sistemas estuarinos e das zonas costeiras;
- Articular o planejamento de recursos hídricos com os setores do planejamento regional, estadual e nacional.

b) Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001, que estabelece diretrizes gerais da Política Urbana (Estatuto da Cidade).

Objetivo: estabelece normas de ordem pública e de interesse social que regulamentem o uso da propriedade urbana em prol do bem coletivo, da segurança, do bem-estar dos cidadãos e do equilíbrio ambiental.

Natureza do impacto sobre o ordenamento territorial: A lei trata, entre outras questões relacionadas, do ordenamento do território em nível municipal, dos critérios de elaboração dos planos diretores previstos na Constituição Federal.

No art. 4º, capítulo II do projeto, estão definidos os instrumentos da política urbana, entre os quais se destacam:

- Planos nacionais, regionais e estaduais de ordenação do território e de desenvolvimento econômico e social;
- Planejamento das regiões metropolitanas, aglomerações urbanas e microrregiões;
- Planejamento municipal, onde se encontram incluídos o Plano Diretor, a disciplina do parcelamento, do uso e da ocupação do solo e o zoneamento ambiental.
- Planos diretores, zoneamento ambiental, plano plurianual, diretrizes orçamentárias e orçamento anual, planos, programas e projetos setoriais, planos de desenvolvimento econômico e social.

c) Lei nº 6938 de 31 de agosto de 1981, que institui a Política Nacional do Meio Ambiente, sendo regulamentada pelo Decreto Federal nº 4297 de 10 de julho de 2002, sob o título de Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE)

Objetivo: Auxiliar a formulação de políticas e estratégias de desenvolvimento, visualizando cenários da distribuição das áreas suscetíveis a processos naturais, com maior ou menor potencial de

implantação de atividades, em função da capacidade de suporte do ambiente. Respalda também políticas, planos e programas de governo.

Natureza do impacto sobre o ordenamento territorial:

- Planos regionais e estaduais de ordenação do território e de desenvolvimento econômico e social;
- Planejamento das regiões metropolitanas, aglomerações urbanas e microrregiões;
- Instrumento de gestão, com visão sistêmica e holística do território, pela divisão do território em zonas, criando cenários e prognósticos, para o desenvolvimento sustentável do território;
- Planejamento municipal, com Plano Diretor Participativo, onde há disciplina do parcelamento, do uso e da ocupação do solo e do zoneamento ambiental.

Segundo Duarte (2002), a hierarquização do ordenamento territorial é crucial. A existência de um plano de ordenamento territorial em todas as esferas representaria uma disciplina do uso do território, mesmo em municípios que, de acordo com a legislação em vigor, não estão obrigados a ter um Plano Diretor. Estes municípios poderiam contar com diretrizes federal e estadual, para elaboração de seu plano de ordenamento territorial, de ocupação humana, e de atividades econômicas em especial a agricultura, onde a exploração e uso dos recursos naturais visassem a sustentabilidade do ambiente.

O parágrafo primeiro do art. 182 da Constituição Federal estabelece que o Plano Diretor é um “instrumento básico de política de desenvolvimento da ocupação urbana” sendo obrigatório para as cidades com mais de vinte mil habitantes. No parágrafo segundo art. 40 do Estatuto da Cidade, determina-se que o Plano Diretor deve englobar “o território do município como um todo”, incluindo área rural e urbana, contemplando as políticas ambientais do país.

Para Fernandes (2004), este é o tripé das principais leis urbanísticas do Brasil, formado pelo Projeto de Lei nº 3.057/2000, que produz uma reforma ampla da Lei Federal de 1979, referente ao parcelamento do solo urbano; pelo capítulo constitucional sobre política urbana; e pelo Estatuto da Cidade de 2001. O Projeto de Lei nº 3.057/2000 propõem a aprovação de uma Lei de Responsabilidade Territorial a ser obedecida pela sociedade como um todo, e em especial pelos municípios federativos que têm a competência constitucional para aprovação de parcelamentos urbanos e de projetos de regularização.

Segundo o autor, o projeto dispõe sobre três temas principais, estabelecendo critérios e procedimentos para a aprovação de novos parcelamentos como a aprovação de condomínios

urbanísticos, prática imobiliária recente de enorme impacto urbanístico e ambiental, que até hoje não estava devidamente regulamentada no Brasil; aprovação de projetos de regularização de parcelamentos irregulares consolidados em terras públicas e privadas.

Segundo a Carta Aberta do Fórum Nacional da Reforma Urbana (FNRU), realizado no Rio de Janeiro, em 17 de fevereiro de 2006, o Substitutivo ao PL nº 3.057/2000, aprovado pela Comissão de Desenvolvimento Urbano (CDU) da Câmara dos Deputados em dezembro de 2005, reflete o acúmulo das discussões e consensos alcançados entre os diversos segmentos da sociedade interessados na aprovação desses PL. Para o FNRU, o texto do Substitutivo ao PL 3.057/2000 está sintonizado com as reivindicações e pautas da reforma urbana e compatível com os princípios e dispositivos da Constituição Federal e do Estatuto da Cidade. Em seu conteúdo expressa as diretrizes, critérios, procedimentos e regulamentos para execução de parcelamento do solo para fins urbanos e para regularização fundiária sustentável.

Para Duarte (2002), um plano de ordenamento territorial seria importante para o controle da ocupação do território e para o uso do solo municipal nessas regiões formadas por municípios com população abaixo de vinte mil habitantes. O conceito de “ordenamento do território” acaba sendo, assim, muito mais abrangente que o de “plano diretor”, e deve, por isso, precedê-lo hierarquicamente abrangendo todos os municípios brasileiros.

Outro ponto importante é a questão das Bacias Hidrográficas como objeto de estudos no ordenamento territorial. As bacias demarcam os divisores topográficos constituídos pelas cristas das elevações do terreno, que separam a drenagem da precipitação entre duas bacias adjacentes (MACIEL JÚNIOR, 2003), onde cada um dos elementos, matérias, energias, apresentam uma função própria, estruturada intrinsecamente nos estudos das questões ambientais.

O artigo 3º da Política Nacional de Recursos Hídricos define as diretrizes gerais de para implementação da (...) II. Adequando a gestão de recursos hídricos às diversidades físicas, bióticas, demográficas, econômicas, sociais e culturais nas diversas regiões do País; III. Integrando uma gestão de recursos hídricos com a gestão ambiental; IV. Visando articular o planejamento de recursos hídricos com os planejamentos regional, estadual e nacional; e, finalmente, integrando a gestão das bacias hidrográficas com a dos estuários e sistemas costeiros.

Estas unidades de planejamento e de gestão são intensificadas pela complexidade entre os diferentes atores sociais envolvidos no processo sistêmico. Compõem diferentes unidades de

planejamento existentes, principalmente os limites territoriais das unidades político-administrativa dos municípios e dos estados brasileiros. Nesta lógica, as unidades de planejamento do território subordinam-se a uma lógica global, integrando-se a um único sistema de análise ambiental.

Em Santa Catarina os instrumentos: Planos Diretores, Programa de Agenda 21, Zoneamento Ecológico Econômico são utilizados como mecanismos de ordenamento territorial.

2.5 GESTÃO AMBIENTAL

A gestão ambiental pode ser definida como o processo de articulação de ações de diferentes agentes sociais que interagem em um espaço, em vista garantir a adequação dos meios de exploração dos recursos naturais (LANNA, 1996). Para Santos (2004), o planejamento ou ordenamento do espaço deve ter com uma visão holística voltada ao meio ambiente. Historicamente a Gestão Ambiental foi proposta por grupos com objetivos e normas comuns conforme a tabela abaixo (SANTOS, 2004):

Tabela 5 – Aspectos Históricos do Planejamento Ambiental

Aspectos Históricos do Planejamento Ambiental
As aldeias da Mesopotâmia, a cerca de 4000 a.C., apontavam os primeiros planejadores profissionais onde a questão do ordenamento territorial levava em consideração aspectos ambientais como topografia e microclima.
A preocupação dos impactos produzidos pelo homem em centros urbanos, enfatizado por Aristóteles, com a construção de núcleos populacionais, com pontos de vista religioso, estético, estrutural, político, econômico e social.
A introdução da ecologia na relação homem e meio, baseados nos preceitos da teoria da evolução de Darwin; conceitos de ecossistema de Tansley; e nas relações entre cadeia tróficas no meio abiótico proposto por Linderman, que refletiu em uma expressão social de cunho ambiental.
A contribuição da Escola Francesa com uma proposta de planejamento de recursos hídricos e saneamento, que enfatizavam a relação entre disponibilidade de água e preservação de mananciais.
A visão norte americana dos Estados Unidos, que se preocupava com necessidade de se avaliar os impactos ambientais das grandes obras estatais, com uma avaliação dos aspectos sociais e estudos de impacto ambiental, visando integrar o meio com as ações humanas como parte do processo de avaliação.
As novas preocupações do homem moderno com o meio ambiente incorporava questões sociais, políticas, ecológicas e econômicas com o uso racional dos recursos deu-se no Clube de Roma, reunindo diversas áreas do conhecimento como a biologia, economia, sociologia, política e indústrias, gerando o relatório chamado “Limite de Crescimento” que discutia o uso dos recursos naturais e o futuro da humanidade.

Fonte: Santos, 2004.

A gestão ambiental é um jogo de inúmeros saberes, que se constitui através de diversos campos da ciência como a ecologia, economia, sociedade e cultura com base em princípios e diretrizes previamente acordados e definidos pelos especialistas. Este processo inicia-se quando se promovem adaptações ou modificações no ambiente natural para atender as necessidades individuais ou coletivas

nas mais diversas variedades de conformação e escala (PHILIPPI et al, 2004). A gestão ambiental é um processo que visa minimizar os impactos sobre o meio ambiente, fundamentando-se em quatro variáveis: diversidade dos recursos extraídos do ambiente natural, velocidade de extração dos recursos naturais, poder de regeneração e tratamento de resíduos e efluentes.

Segundo Macedo (1994), a gestão ambiental, pode ser subdividida em quatro níveis:

- Gestão de processos – avalia a qualidade ambiental de todas as atividades, máquinas e equipamentos relacionados ao manejo de insumos, matérias primas, recursos humanos, recursos logísticos, tecnologias e serviços de terceiros;
- Gestão de resultados – avalia a qualidade ambiental dos processos de produção, por meio de seus efeitos ou resultados ambientais, como emissões gasosas, efluentes líquidos, resíduos sólidos, particulados, odores, ruídos, vibrações e iluminação;
- Gestão de sustentabilidade ambiental – avalia a capacidade de resposta do ambiente aos resultados dos processos produtivos, com o monitoramento sistemático da qualidade do ar, da água, do solo, da flora, da fauna e do ser humano;
- Gestão do plano ambiental – avalia sistematicamente e permanentemente todos os elementos constituintes do plano de gestão ambiental, elaboração, implantação, avaliação, adequação do processo de planejamento.

Assim como uma atividade empresarial, a gestão ambiental pode ser definida como um aspecto funcional de uma empresa que desenvolve, implanta políticas e estratégias visando estabelecer um equilíbrio entre o homem e o meio ambiente (KRAEMER, 2005). Neste processo sistêmico, a gestão ambiental é parte de uma organização de atividades, produtos e os serviços que avalia os impactos ambientais.

Para Meyer (2000), a gestão ambiental também pode ser vista como:

- Objeto de manter o meio ambiente saudável para atender as necessidades humanas, sem comprometer o atendimento das necessidades das gerações futuras;
- Meio de atuar sobre as modificações geradas pelas atividades humanas no meio ambiente, devido ao descarte dos bens e detritos, com um plano perfeitamente definido de ações tecnicamente e economicamente viáveis.
- Como instrumento de monitoramento, controle, taxaço, imposição, subsídios, divulgação, de obras e ações mitigadoras de conscientização;

- Uma base de atuação de diagnósticos com cenários ambientais de área, a partir de estudos e pesquisas dirigidas, em busca de soluções para os problemas detectados.

Lanna (1994) aborda que o processo de gestão ambiental envolve uma visão holística de processos que integram um (a):

- Política ambiental, em um conjunto de princípios doutrinários, com aspirações sociais, governamentais na regulamentação ou modificação do uso, controle, proteção e conservação do ambiente;
- No planejamento ambiental, que estuda o uso adequado do controle e proteção do ambiente, com aspirações sociais, governamentais e políticas, coordenando e compatibilizado as articulações com implantação de projetos de intervenções estruturais e não estruturais;
- No gerenciamento ambiental, com um conjunto de ações destinadas a regular o uso, controle, proteção e conservação do meio ambiente, avaliando a conformidade da situação corrente com os princípios doutrinários estabelecidos pela política ambiental.

Segundo Lanna (1995) a política ambiental é um estágio inicial de planejamento das demandas e potencialidades, visando a implantação de projetos e programas de manejo, considerando os aspectos econômicos, sociais, culturais, ecológicos, políticos e administrativos de uma região. As jurisdições de planejamento, como as nacionais, regionais e estaduais, para Maimon (1996), destacam que a política ambiental de um país ou de uma região depende, em primeiro lugar, da ‘preferência social pelo meio ambiente’ e da disponibilidade de recursos financeiros, técnicos e humanos necessários à sua implantação.

3. REFERENCIAL METODOLÓGICO TÉCNICO

3.1 SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA

O Sistema de Informações Geográficas foi desenvolvido na década de 60 sem a capacidade de compartilhar ou gerenciar dados de forma eficiente. Posteriormente os SIGs foram desenvolvidos em ambientes constituídos de pacotes de uso genérico e de centenas de funções, o que dificultava seu aprendizado e uso por não-especialistas. O Sistema de Informações Geográficas é baseado em computador que permite capturar, modelar, manipular, recuperar, consultar, analisar e apresentar dados geograficamente referenciados (CÂMARA e NETO, 1995). Atualmente suas aplicações incluem temas como agricultura, floresta, cartografia, geologia, cadastro urbano, redes de concessionárias (água, energia e telefonia), dentre outras (STAR e ESTES, 1990).

O SIG segundo Star e Estes (1990) é um sistema auxiliado por computador para aquisição, armazenamento, transformação, análise e reprodução de dados espaciais. Este sistema é constituído em um ambiente tecnológico valioso para as mais diversas áreas de conhecimento e de atuação sobre os meios físico e social.

Outra característica do SIG é integrar informações espaciais e não espaciais de várias naturezas e origens em diversas formas numa única base de dados, possibilitando a geração de novas informações e visualização cartográfica (ARNOFF (1991); BURROUGH (1992) e CÂMARA (1993)).

Davis e Câmara (2001) colocam que o SIG reflete uma multiplicidade de usos, constituindo uma perspectiva interdisciplinar de utilização. As características do SIG permitem ao usuário inserir e integrar em uma única base de dados e informações espaciais provenientes de dados cartográficos, como por exemplo: dados censitários, dados do cadastro urbano e rural, imagens de satélite, redes e modelos numéricos de terreno. Assim o software de *Geographic Information System* (GIS) permite mecanismos para combinar as várias informações, através de algoritmos de manipulação e análise, através de consultas, recuperação, visualização, ou plotagem dos conteúdos da base de dados georreferenciados.

O SIG, ao integrar informações em operações sobre uma mesma base de dados nas análises ambientais, representou um grande avanço no uso de métodos de correlação espacial, relação de causa e de efeito, assim como aspectos temporais impraticáveis pelos meios tradicionais existentes (TOWNSHEND, 1992; XAVIER DA SILVA, 1992).

O SIG desenvolvido nas análises ambientais aumentou as possibilidades de dispor de um sistema de informação, com dados mais acessíveis e combinados, permitindo uma flexibilidade de modificações para atender as necessidades de processos decisórios ambientais.

Segundo Souza (1999), a tecnologia permite construir sobre um grande número de estudos científicos como a cartografia, o sensoriamento remoto, a aerofotogrametria, a computação, a estatística, entre outras. Alguns SIG's oferecem um conjunto de ferramentas que permitem desenvolver modelagens complexas envolvendo vários critérios e objetivos. A introdução de rotinas de apoio à decisão no ambiente SIG tem possibilitado o aumento na flexibilidade e na complexidade das análises efetuadas com a ferramenta. As análises aplicadas no SIG ampliam-se, quando seus conceitos são aplicados em vários campos como nos impacto humanos, aptidão ou vulnerabilidade, entre outros. Com auxílio de sensores remotos conciliados ao SIG as contribuições no monitoramento e no manejo ambiental foram significativas. O uso desta ferramenta com indicadores ambientais da paisagem que podem detectar estimativas quantitativas das condições e tendências do território permite traçar cenários futuros.

Para Sánchez Dalotto (2003), os avanços nos programas SIG ajudam a incorporar camadas temáticas que melhoram a precisão das determinações efetuadas por meio de classificações automáticas ou outras técnicas auxiliares. O autor ainda sugere um Sistema Especializado de Apoio às Decisões (SEAD) administrado por um Sistema de Informações Geográficas, que gera informações a partir da convergência funcional de uma rede de decisões num Sistema Esperto (SE).

3.2 GEOESTATÍSTICA

A distribuição espacial de dados é um desafio, e visa esclarecer as questões centrais em diversas áreas do conhecimento, seja na saúde, no meio ambiente, na geologia, entre tantas outras. Estes estudos vêm se tornando cada vez mais comum com o uso de Sistemas de Informações Geográficas capazes de agrupar e visualizar, em um único mapa, os padrões espaciais dos fenômenos.

Uma análise espacial, segundo Câmara (2004), mensura as propriedades e relacionamentos onde a localização espacial do fenômeno incorpora o espaço geográfico.

Em uma análise espacial, segundo Câmara (2004), devem-se considerar três tipos de dados, a saber:

- Eventos padrões e pontuais, que representam fenômeno expressos e identificados em pontos localizados no espaço. Ex: ocorrência de doenças, localização de espécies vegetais e localização pontual de propriedades;
- Superfícies contínuas que estimam a partir de um conjunto de amostras de campo a regularidade ou a irregularidade das transformações. Ex: levantamento dos recursos naturais;
- Áreas com contagem e taxa agregadas, que retratam os dados de levantamento populacionais. Ex: Censos, estatística da saúde e zoneamento de áreas e atividades.

Estes modelos estatísticos, de efeitos locais, representam cada ponto da superfície estimada, por interpolação das amostras mais próximas a um indicador que procura reduzir os erros inferenciais (CÂMARA, 2004). Estas análises deram origem a Geoestatística, que tradicionalmente teve suas primeiras aplicações proposta por Fischer nas atividades agrícolas, onde empregou testes de comparação entre tratamentos básicos da análise de variância, tais como a independência entre observações, independência e homogeneidade entre os erros entre observações e aditividade dos efeitos e normalidade dos resíduos (SOUZA, 1992 e VIEIRA, 1998)

A geoestatística calcula uma estimativa dentro de um contexto regido por um fenômeno natural distribuído espacialmente em valores regionalizados⁷ e correlacionados. Esta ferramenta permite extrair dos dados e estruturas de probabilísticas, fenômenos regionalizados em função da correlação entre os valores adjacentes situados em determinado espaço amostral. A geoestatística permite estudar num determinado espaço, um grande número de amostras sujeitas a um modelo de dependência espacial, em um ou mais pontos específicos de uma área, obtendo uma malha de pontos interpolados, representados em um mapa de isolinhas ou de superfície.

Outro ponto a ressaltar é a factibilidade de valores locais próximos entre si, onde a geoestatística permite determinar os limites de ocorrência das atividades antrópicas humanas, desastres ambientais, epidemias, áreas de ocorrências de crimes de forma independentes e dependentes, visando

⁷ Variáveis Regionalizadas: são as propriedades intermédias entre uma variável totalmente aleatória, e uma totalmente determinística, apresentam continuidade de ponto para ponto, mas as mudanças são tão complexas que não são possíveis de descrever por nenhuma função determinística.

obter um tratamento estatístico adequado a cada situação, com variáveis correlacionadas. A geoestatística ampliou as limitações da estatística clássica, pelo fato das informações serem heterogêneas, e os atributos variarem no espaço e no tempo (SILVA, 1988). A proposta geoestatística difere da proposta da estatística clássica, basicamente, pela forma de avaliar a variação dos dados (SILVA, 1988).

A geoestatística fundamenta-se na teoria das variáveis regionalizadas, onde os valores de uma variável estão, de alguma maneira, relacionados à disposição espacial das observações tomadas à curta distância, que se assemelham às tomadas a distâncias maiores (VIEIRA, 1998).

O emprego da geoestatística tem como objetivo central identificar e avaliar a estrutura espacial das variáveis, introduzindo uma nova e importante dimensão na análise da interpretação espacial das áreas, ocupações irregulares, problemas sociais e de saúde.

3.3 KRIGAGEM

O termo krigagem deriva do nome de Daniel G. Krige, pioneiro a introduzir o uso de médias móveis para evitar a superestimação sistemática de reservas de mineração (CAMARGO, 1997). A krigagem é um conjunto de técnicas de estimativa e predição de superfícies baseada na modelagem da estrutura da correlação espacial. Esta modelagem algoritma baseia-se no princípio estatístico da Média Móvel Ponderada, que calcula a interpolação do valor da cota Z de cada ponto de uma grade triangular, e busca através dos vizinhos mais próximos gerar uma amostra de curvas de valores equidistantes entre si (MACEDO et al 2001). Este modelo estatístico trabalha com a teoria de variáveis regionalizadas e foi elaborada sobre o pressuposto que a variação de uma variável pode ser explicada pela soma de três componentes (BURROUGH, 1987):

- Um componente estrutural associado a um valor médio constante ou a uma tendência constante;
- Um componente aleatório, espacialmente correlacionado;
- Um ruído aleatório.

Inicialmente, o método de krigagem foi desenvolvido para solucionar problemas de mapeamentos geológicos, mas seu uso expandiu-se com sucesso no mapeamento de solos (BURGESS e WEBSTER, 1980 a,b), mapeamento hidrológico (KITANIDIS e VOMVORIS, 1983), mapeamento atmosférico (LAJAUNIE, 1984) e outros campos correlatos.

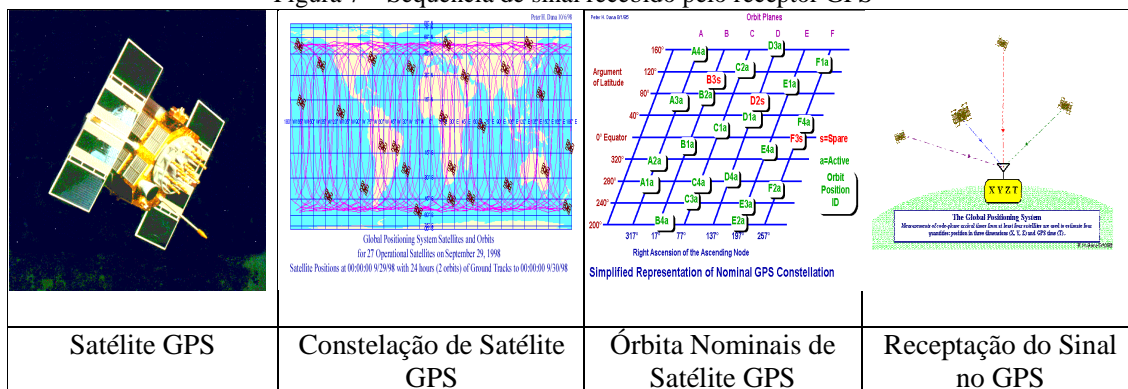
Este algoritmo geoestatístico de inferência, conhecido como krigagem, permite a construção de modelos de distribuição de variáveis aleatórias que são usados para inferências de valores de atributos, numéricos e temáticos, assim como para estimativas de incertezas associadas a esses valores. Neste contexto, a krigagem permite (CAMARGO, 1997):

- Apresentar formalmente os procedimentos geoestatísticos linear e não linear, comparando e explorando as suas vantagens e desvantagens em relação ao uso do solo e sua relação epidemiológica pela falta de acesso aos instrumentos e equipamentos públicos;
- Apresentar a estimativa e incertezas locais baseadas nos modelos de distribuição probabilística das variáveis aleatórias que modelam os atributos temáticos e numéricos.

3.4 SISTEMA DE POSICIONAMENTO GLOBAL

O *Global Positioning System* (GPS), ou *Navigation Satellite with Time and Ranging* (NAVSTAR-GPS), é um sistema de radionavegação desenvolvido pelo *Department of Defense* (DOD) dos Estados Unidos da América. O GPS é um sistema que envolve receptores com uso em variados segmentos da comunidade civil (MONICO, 2000). O GPS coleta sinais de satélites especialmente codificados que podem ser processados em seu receptor, permitindo computar sua posição, velocidade e tempo. Para a aquisição do sinal são necessários quatro satélites para computar a posições em três dimensões e o tempo compense no relógio de receptor (MONICO, 2000). A implantação do sistema GPS causou uma revolução no sistema de posicionamento no globo terrestre, uma vez que locais de difícil acesso puderam ser mapeados graças a grande agilidade do sistema GPS na coleta de pontos. A figura 6 abaixo caracteriza a sequência em que o sinal é recebido pelo receptor GPS.

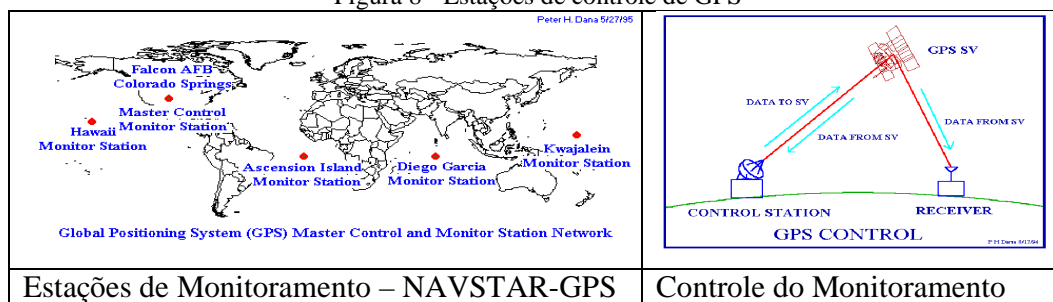
Figura 7 – Sequência de sinal recebido pelo receptor GPS



Fonte:PH Dana, 1998.

O Segmento de Controle do sistema Navstar-GPS é composto por cinco estações monitoras (Hawaii, Kwajalein, Ascension Island, Diego Garcia e Colorado Springs), três de lã com antenas para transmitir os dados para os satélites (Ascension Island, Diego Garcia e Kwajalein), e uma estação de controle central (MCS: Master Control Station), localizada em Colorado Springs, Colorado. Estes monitores estacionais medem sinais dos Satélites, incorporando um modelo orbital para cada. Os modelos computam dados de orbital precisos (efemérides) e o veículo espacial, o relógio de correções de cada satélite envia subconjuntos dos dados de efemérides orbitais para os receptores GPS em sinais de rádio. Os dados processados são utilizados para determinar as órbitas dos satélites, e juntamente com as correções dos relógios são transmitidas para atualizar as mensagens de navegação. A estação de controle tem então suas coordenadas determinadas em relação ao sistema de referência WGS 84 (MONICO, 2000).

Figura 8 - Estações de controle de GPS



Fonte: PH Dana, 1994.

Hoje em dia, com um GPS geodésico, o erro desvio padrão é milimétrico, e o levantamento é feito em tempo bem menor e de uma forma bem mais simples. Para Beraldo e Soares (1995) o sistema GPS facilita a topografia, geodesia, aerofotogrametria, navegação aérea e marítima, e quase todas as aplicações em geoprocessamento que envolvam dados de campo. O Sistema GPS revolucionou o processo de localização global, tornando-se uma ferramenta útil e extremamente versátil nos dias atuais. A tendência é que ganhe cada vez mais relevância, pois é um sistema preciso e de custo relativamente baixo, levando-se em consideração os métodos topográficos tradicionais Hurn (1989).

Atualmente, diversos setores das mais variadas atividades utilizam o sistema GPS, como:

- Criação de rotas para determinado percurso;
- Navegação de precisão;
- Fotogrametria;
- Levantamentos aéreos;

- Levantamentos topográficos;
- Coleta de dados para SIGs;
- Pessoas que desejam planejar e orientar-se durante suas viagens.

Os modelos de receptores GPS existentes no mercado podem ser classificados em GPS de navegação, GPS topográfico e GPS geodésico. A opção de uso do GPS de navegação na coleta de informações para caracterizar as unidades de uso do solo nesta pesquisa, foi aceitável para escala do mapeamento utilizada.

3.5 SENSORIAMENTO REMOTO

Desde a invenção da escrita, o homem já se preocupava em registrar suas observações do ambiente ao qual ele ocupava (CALLADO, 2003). Com o aperfeiçoamento da fotografia o ser humano começou a registrar a Terra fornecendo cada vez mais uma visão do todo. “A partir de 1857, quando obtiveram as principais fotografias aéreas a partir de balões, verificou-se um grande avanço nas técnicas de sensoriamento remoto e principalmente como subproduto de pesquisas com fins militares” (GARCIA, 1982, p. 15).

O sensoriamento remoto pode ser definido como uma forma de se obter informações de um objeto, ou alvo, sem que haja contato físico. As informações são obtidas através da radiação eletromagnética, gerada por fontes naturais ou artificiais. (ROSA, 1990, p. 11). Os sensores são equipamentos capazes de coletar a energia proveniente do objeto e convertê-la em sinal passível de ser registrado de forma adequada para a extração informações. Há possibilidade de se obter uma grande quantidade de informações de uma área territorial ou ecossistema, em tempos diversos e com qualidade que permita a visualização integrada do ambiente, visando o monitoramento das mudanças da paisagem natural no tempo e no espaço (NOVO, 1992).

Para Dias (2005), os sensores modernos são capazes de detectar e identificar diferentes gases na atmosfera em diferentes altitudes permitindo gerar mosaicos tridimensionais de concentrações e distribuição geográfica dos gases na terra. A acumulação de dados com características semelhantes ao longo do tempo (por ex. imagens Landsat) tem permitido recriar eventos históricos ocorridos em locais onde não foram registrados por ninguém.

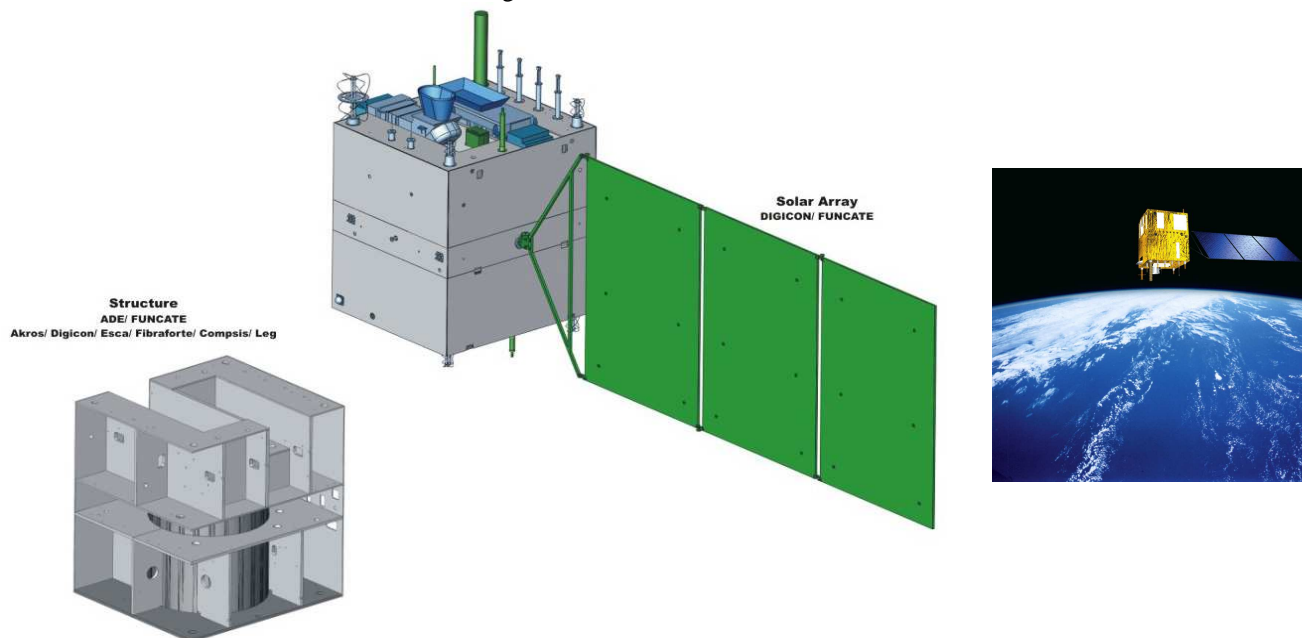
O sensoriamento remoto tem facilitado a coleta de informações espaciais, sendo recentemente distribuídas gratuitamente pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), via Internet, com

imagens dos sensores CCD, IRMSS e WFI dos satélites CBERS 1 e 2. Cabe destacar que o CBERS-2B, com lançamento previsto para outubro de 2008, terá a bordo uma câmera de alta resolução espacial (2,5m) (INPE, 2006).

Os satélites CBERS são responsáveis pelo Sistema Brasileiro de Coleta de Dados Ambientais, que tem mais 600 plataformas de coleta de dados instaladas com as mais diversas aplicações, como o monitoramento das bacias hidrográficas, a previsão de tempo, estudos climáticos, estudos sobre correntes oceânicas, marés, química da atmosfera, planejamento agrícola, controle do desmatamento, monitoramento de recursos hídricos, controle de áreas agrícolas, crescimento urbano e ocupação do solo.

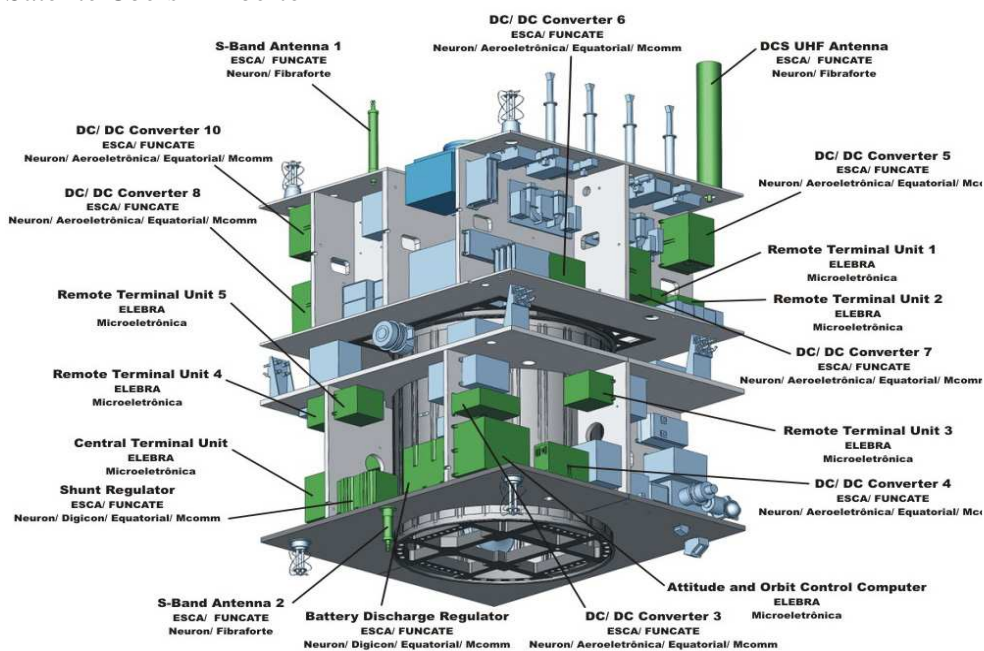
As figuras a seguir descrevem a estrutura do satélite CBERS II e sua órbita:

Figura 9 - Estrutura do satélite CBERS II



Satélite Cbers II Aberto

Cbers II em Órbita



Estrutura do Cbers II

Fonte: INPE, 2006.

Com o sensoriamento remoto, a visão sinóptica de grandes áreas permite ao seu usuário avaliar indiretamente a qualidade d'água. Estes sensores ópticos auxiliam nos estudos de hidrologia, ecologia,

sedimentologia, transferência de energia, ciclo do carbono e climatologia, entre outros, com a atualizações nos locais mais remotos e de difícil acesso. Com o auxílio de relacionamento de Imagens no formato raster, Sánchez Dalotto (2003) estruturou um Sistema Esperto, que se destina a resolver determinados problemas e apoiar um funcionamento similar ao utilizado por um humano, onde são enfatizadas as relações de critérios considerados, maximizando as informações úteis e minimizando as irrelevantes por meio de probabilidades. Em sua arquitetura, o sistema esperto utiliza o apoio com base no conhecimento, máquina de inferências, área de trabalho, sistema de justificação, mecanismo de aprendizagem e sistema de aquisição de conhecimento gerando um sistema de consulta (SÁNCHEZ DALOTTO, 2003).

O uso de ambientes computacionais de SIG facilita a integração de dados de sensores remotos com aqueles provenientes de outras fontes, bem como a análise espacial e a modelagem dos ambientes, permitindo realizar a projeção de cenários futuros.

Atualmente as câmaras digitais ampliaram o âmbito científico de investigações aplicadas, através do uso orientado a aplicações de inspeção industrial, reconhecimento de cores, medidas ópticas, visão em sistemas que requerem janelas espectrais especiais, navegação de veículos autônomos, controle de trânsito, aplicações laser, aplicações espaciais e vigilância, entre outras (VETOR INTERNATIONAL, 2000).

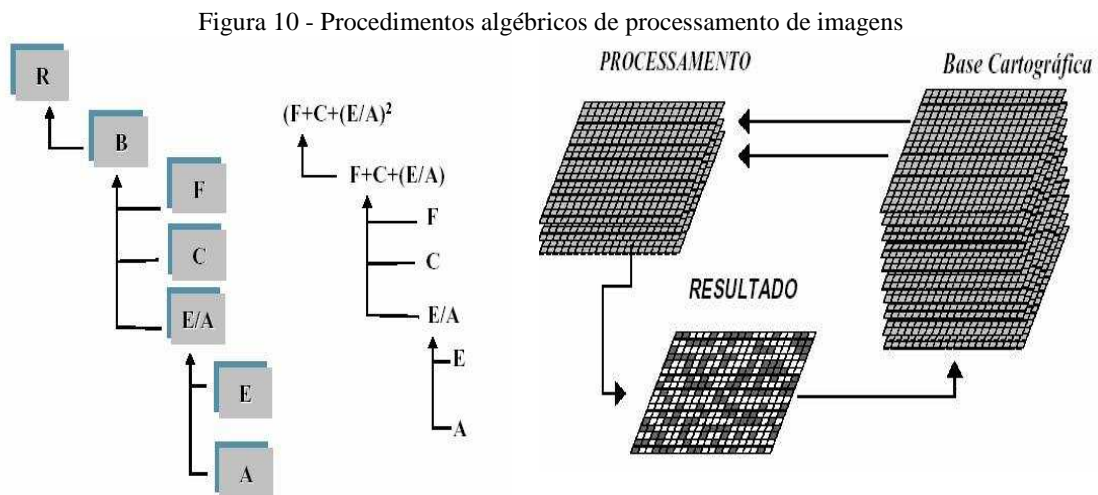
3.6 ÁLGEBRA DE MAPAS

Segundo Berry (1993), a linguagem de modelagem cartográfica de álgebra de mapas utiliza uma seqüência de funções primitivas (adição, subtração, exponenciação) para realizar uma análise complexa de mapas seqüenciados com variáveis para formar uma equação. Neste sentido, o procedimento analítico envolve o processamento cíclico de mapas digitais (semelhante à resolução de parênteses de uma equação) usando operações de processamento espacial. Sendo assim, a seqüência lógica, para desempenho de uma determinada análise cartográfica, envolve recuperação de uma gama de mapas em um resultado do processamento e armazenamento subsequente (Figura 10).

A álgebra de mapas combina matematicamente planos de informações com várias equações matemáticas como, por exemplo, um mapa de erosão potencial do solo com o relacionamento dos fatores de erodibilidade do solo, gradiente de declividade e intensidade pluviométrica (Hasenack, 1998).

As ferramentas de Álgebra de mapas possibilitam três tipos de operações (EASTMAN, 1998):

- Modificar aritmeticamente valores de dados de atributos sobre o espaço por uma constante
- Transformar matematicamente valores de dados de atributos por operação padrão
- Combinar matemáticas de diferentes planos de dados para produzir um resultado composto



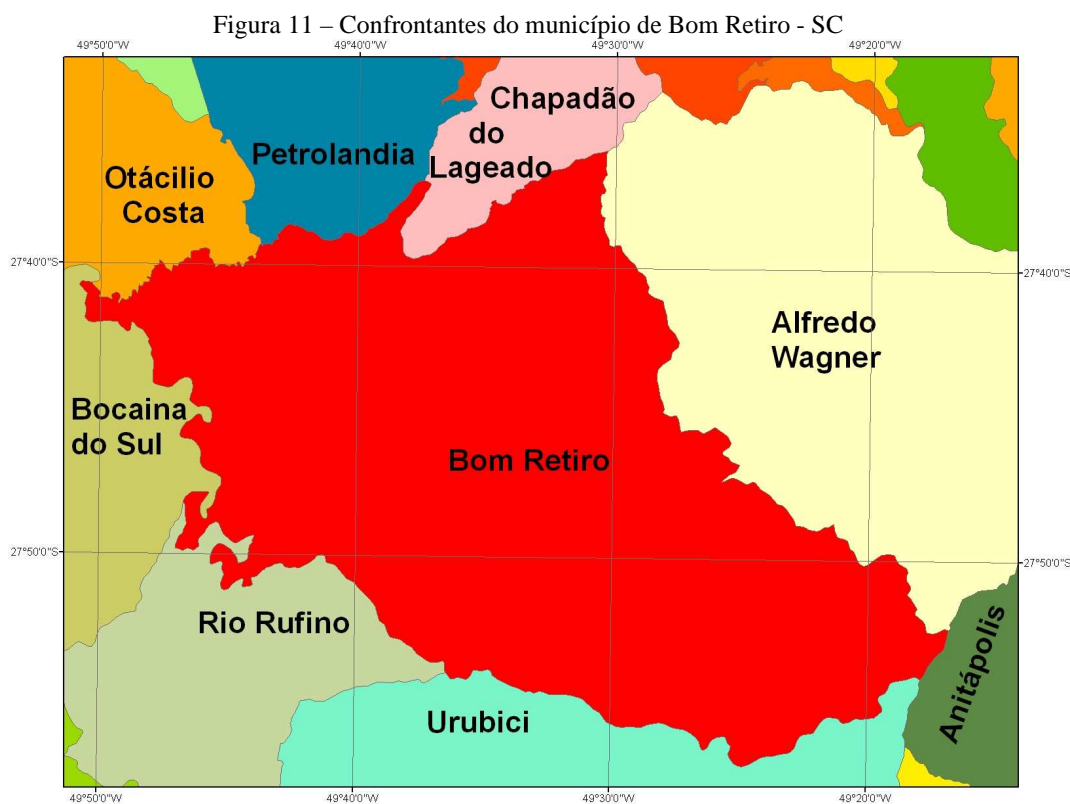
Fonte: Tomlin adaptado, 1990.

4. ÁREA DE ESTUDO

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O município de Bom Retiro, localizado na Serra Catarinense, possui uma área de 1.066 km², com uma população, estimada pelo ultimo Censo do IBGE (2000), de 7930 habitantes, sendo 4.918 no perímetro urbano e 3.012 na área rural. O município localiza-se entre os seguintes pontos extremos de coordenadas geográficas: 49°17' a 49°51' de longitude oeste e 27°36' a 27°57' latitude sul (IBGE, 2005). O município geograficamente faz parte da Macro Região dos Campos de Lages, tendo como confrontantes:

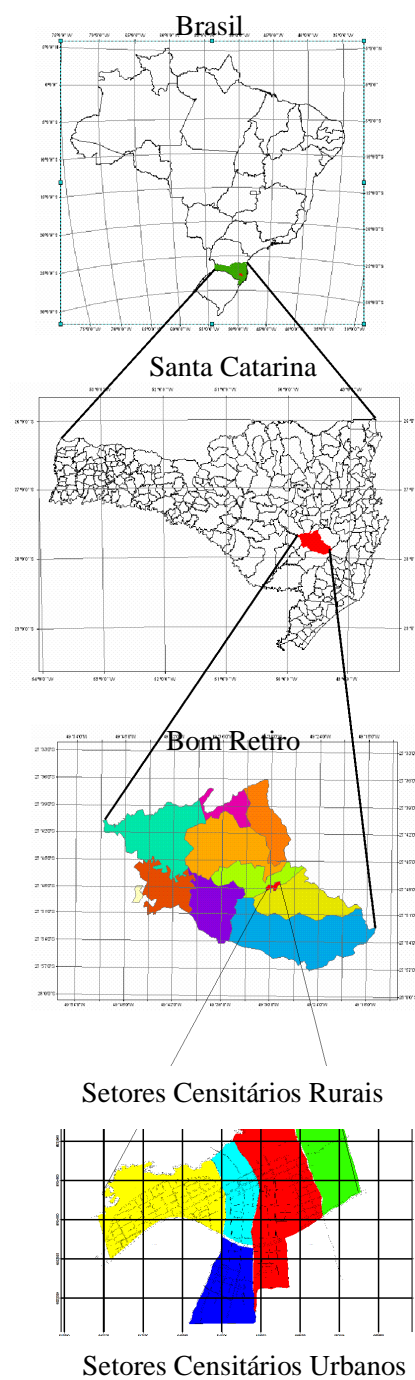
- 1) Ao Norte, os Municípios de Otacílio Costa, Petrolândia, Chapadão do Lageado;
- 2) Ao Sul, os Municípios de Rio Rufino e Urubici;
- 3) Ao Leste, os Municípios de Alfredo Wagner e Anitápolis;
- 4) Ao Oeste, o Município de Bocaina do Sul.



Fonte: Base Cartográfica da Secretaria de Estado do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente, 2000.

4.2 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Figura 12 – Localização do Município de Bom Retiro – SC e setores censitários



Fonte: IBGE, 2006.

4.3 HISTÓRICO DA ORIGEM DO MUNICÍPIO DE BOM RETIRO – SC

O Tratado de Tordesilhas limitava uma linha imaginária distintas em seis posições, entre as latitudes 42°30' e 49°45', situados entre a costa e o interior do Brasil Colônia. Com a reivindicação de outros países Europeus, como a França, pelo seu quinhão de território, nosso litoral brasileiro sofreu inúmeros saques de madeira, sendo ocupado ao norte pelos franceses, e ao sul pelos espanhóis (WERNER, 2004). Na carta Regia de 20 de novembro de 1530, Martin Afonso de Souza e Pero Lopes de Souza, em 31 de setembro de 1531, partiram em direção ao sul, para assumir como donatário da Capitania de Santo Amaro e Terra de Sant'Ana (WERNER, 2004).

Devido às dificuldades administrativas, provenientes da grande extensão de terras, Martin Afonso, utilizando seu poderes que recebera da coroa Portuguesa, concedeu ao seu irmão dois quinhões de terras, caracterizados pelas Capitanias de Santo Amaro e Terras de Sant'Ana. Estas capitanias não contaram com seu donatário em sua organização política e administrativa nem na formação dos primeiros núcleos de desenvolvimento locais. Sobre uma rica e extensa área, Santa Catarina teve suas primeiras raízes em um retângulo delimitado ao norte pelo paralelo 25°30' e ao sul 28°20' representando em média pouco menos que o dobro de seu território atual (WERNER, 2004).

As primeiras décadas no séc. XVIII foram marcadas pela interiorização promovida pela corrida aos metais preciosos, o que provocou uma grande concentração da população nas áreas de mineração, que sofriam pela escassez de alimentos e pela falta de animais de força para tração. Em 1766, sob a tutela do governador da Capitania de São Paulo, Antonio Correia Pinto foi encarregado de fundar um povoado às margens do rio Canoas, denominada de Nossa Senhora dos Prazeres das Lagens, que recebera este nome devido ao grande afloramento de pedra na região. Um dos fatores que evitaram o desenvolvimento da região foi a falta de uma ligação entre o planalto serrano e o litoral catarinense, que se fazia presente à medida que o progresso da região avançava economicamente, sendo seu único acesso realizado pela Serra do Rio do Rastro por Laguna.

Em 1787, o governo de Desterro (Florianópolis), incumbiu o Alferes Antônio José da Costa de implantar uma via de ligação para o escoamento de produção bovina proveniente da capital serrana, Lages. Segundo Werner (2004), El-Khatib (1970) e Silva (1999) a estrada partiu de São José em direção a Lages no planalto serrano, onde no dia 25 de julho 1787, o Alferes e o Capitão Arzão, após enfrentarem imprevistos e dificuldades por todas as encostas com um relevo íngreme com grotas,

charcos e vaus⁸ em terrenos dobrados da Serra Geral chegaram aos campos de Bom Retiro. Em sua jornada, Arzão chegou a uma rica e extensa área, de relevo acentuado e de floresta abundante, o atual município de Bom Retiro, situado no caminho de comunicação entre o planalto e o litoral Catarinense.

A concessão de uso do território de Bom Retiro foi concebida a Antonio Marques Arzão, sendo ele um dos primeiros colonizadores do município, e que obteve fracasso em sua empreitada devido ao abandono da estrada, que era de difícil acesso (EL-KHATIB 1970). Com a reabertura da estrada em 1890, o domínio indígena era predominante. Com um lento e gradativo povoamento, a região de Bom Retiro somente chegou à categoria de município em quatro de outubro de 1922 através da lei número 1.408, se desmembrado de Lages e Palhoça (EL-KHATIB,1970; SILVA,1999).

Por muitos anos a economia do município calcou-se na exploração das reservas florestais dando ênfase a exploração da araucária, e posteriormente ao desenvolvimento da agricultura e da pecuária.

4.4 PROCESSO DE COLONIZAÇÃO DE BOM RETIRO

O processo de colonização do município iniciou-se com a Sociedade Colonizadora Catarinense, constituída em Porto Alegre. Sua função era desenvolver e colonizar o estado de Santa Catarina, com o apoio do Banco Comercial Franco Brasileiro e da Companhia Agrícola Predial, concessionária das terras recebidas como pagamento da estrada de Rio do Sul (EL-KHATIB, 1970). Os burgos⁹ agrícolas ficavam situadas entre os municípios de Bom Retiro e Alfredo Wagner. Estes processos foram marcados e constituídos em três núcleos populacionais: às margens dos rios Quebra Dente, Lessa e Adaga com um total de 85 famílias; sobre os rios Caeté, Águas Frias e Lomba Alta com 89 famílias; entre os rios Jararaca, Engano e Itajaí do Sul com 153 famílias (EL-KHATIB, 1970).

Várias etnias compõem a formação colonizadora bomretirence, especialmente a alemã que se deslocou pelo caminho que levava à Lages, tendo a mesma procedência os italianos, e uma miscigenação de culturas inclusive com os bugres, que participaram ativamente da composição e da formação do tecido social e humano do município.

⁸ Vaus: Cursos d'água de margens simples.

⁹ Burgos: pequenas aldeias.

4.5 CLIMA

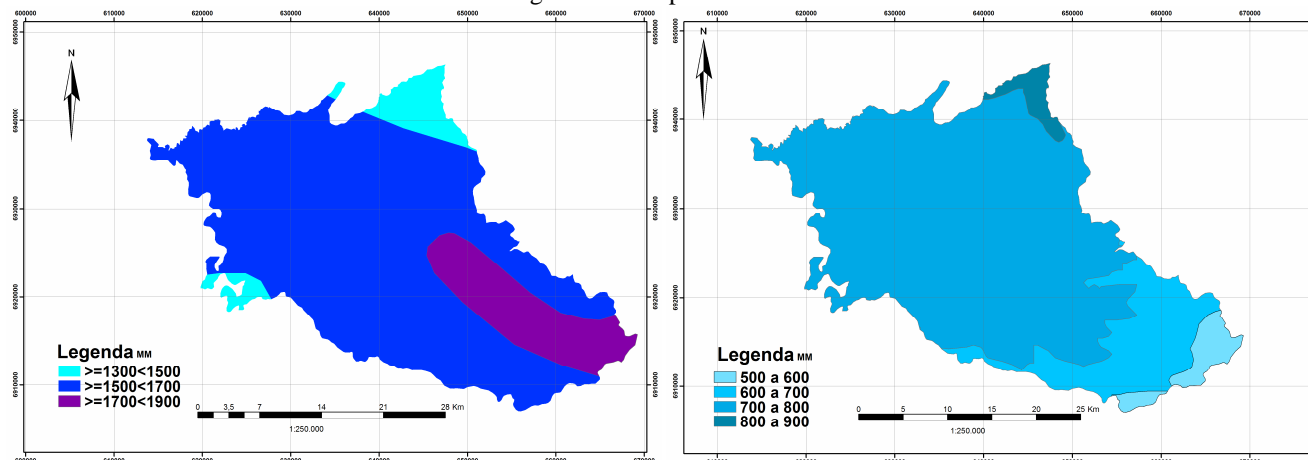
A variação climática no Município de Bom Retiro – SC, segundo classificação de Köppen é Cfb – Clima Temperado (mesotérmico úmido e verão ameno), por estar situado abaixo do trópico de Capricórnio, e apresentar uma subtropicalidade. O clima de região sofre continuamente a influência das massas de ar do sistema intertropical e polar, onde se chocam originando uma frente polar. A umidade média relativa do ar anual oscila entre 80 a 84 %.

No período de verão, há um domínio total de massas quentes, como a Tropical Atlântica (Ta) e Equatorial Continental (Ec), que produzem trovoadas, por serem de massa quente e úmida vinda de nordeste. A massa polar (mP), nesta época do ano, tem uma ação moderada mínima, enquanto a frente polar (fP) produz chuvas fortes e passageiras, devido às temperaturas elevadas. A temperatura máxima média varia entre 17° a 25°C, sendo que no período no mês de janeiro, a insolação varia entre 160 a 200 horas mensais.

No período de inverno há um domínio total da Massa Polar Atlântica (mPa), que algumas vezes no ano é reforçado pela Massa Polar Pacífica (mPp). Com a passagem da frente polar, há um cessamento das chuvas e da instabilidade do tempo, reduzindo a nebulosidade e aumentando o resfriamento do ar. Quando o tempo apresenta-se estável e chuvoso, geralmente é provocado pelo domínio da Massa Tropical Atlântica (mTa), formando uma onda úmida nordeste, provocando, inicialmente, tempo quente e firme, passando do instável quando a Massa Polar avança. O choque entre estas massas provoca uma instabilidade climática. Nesse período, ocorrem geadas e a temperatura mínima média varia entre 8° a 13°C, sendo que no mês de julho a insolação varia entre 140 a 160 horas mensais.

Alguns dados anuais acumulados durante o ano, como a Evapotranspiração (ET), de acordo com Pereira et al (2002) é o processo simultâneo de transferência de água para a atmosfera por evaporação e transpiração das plantas, varia entre 500 a 900 mm. Este processo é definido pelo tamanho da área vegetada, suprimento de água do solo e características tais como potencial real de cultura. As condições em que a água é suficiente para um crescimento e desenvolvimento sem restrição e dada pela taxa de evapotranspiração máxima de uma cultura. A precipitação anual total representa a altura pluviométrica, em milímetros, da lâmina de água que cobre a área atingida (Back, 2002), variando entre 1300 e 1900 mm.

Figura 13 – Mapas Climáticos



Bom Retiro – SC Precipitação Total Anual

Bom Retiro – SC Evapotranspiração anual

Fonte: Bases do Atlas Climatológico de Santa Catarina, 2002.

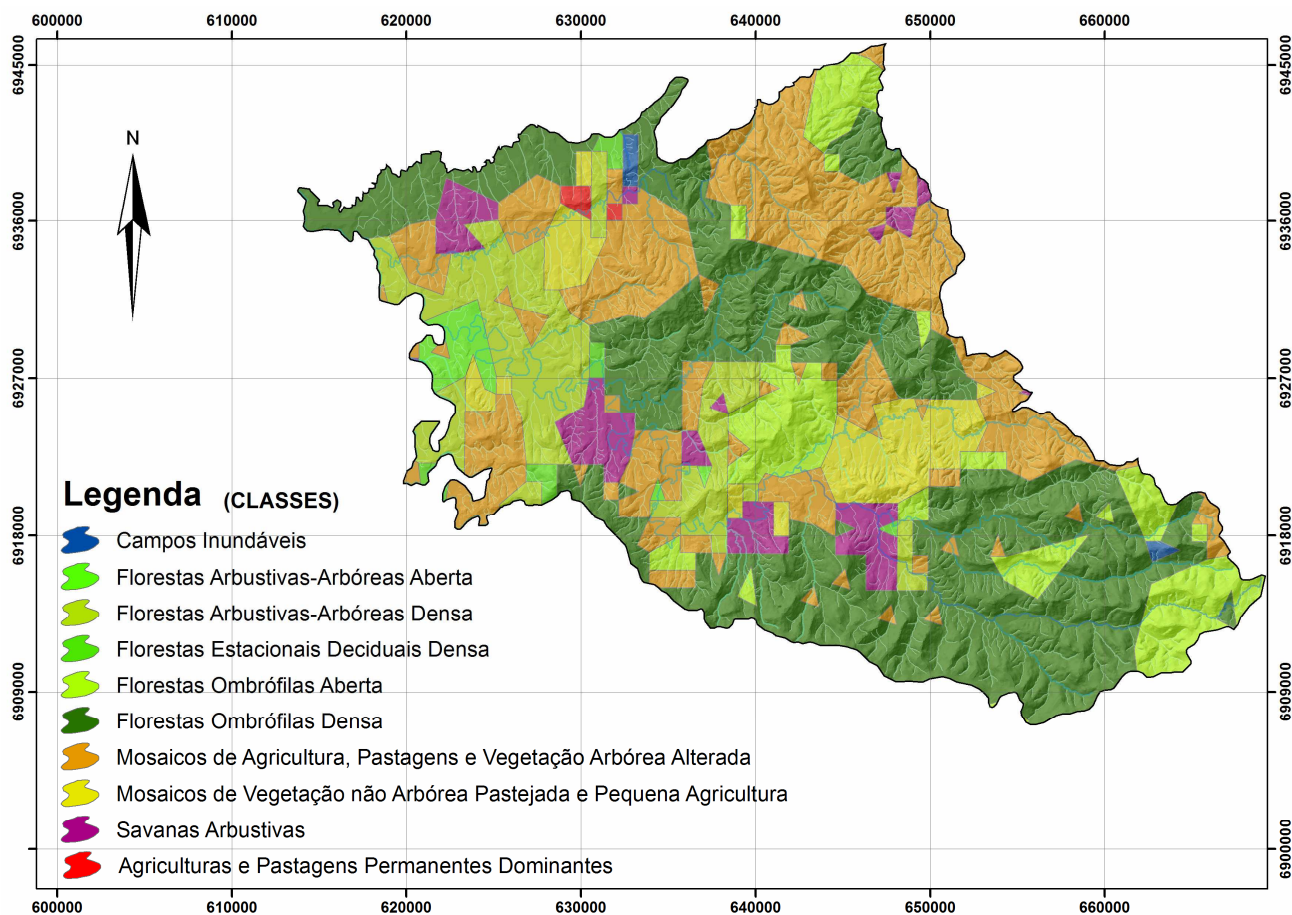
4.6 VEGETAÇÃO

Em Bom Retiro a vegetação é coberta por mata nativa, onde a *Araucária angustifolia* destaca-se, limitando-se a uma altitude entre 500 a 1500 acima do nível do mar, em clima sem período seco. A principal característica da Floresta Ombrófila Mista e sua densidade agrupada em machas de uma uniformidade fisionômica com seu próprio clímax climático, muitas vezes interrompidas por campos concentrando-se ao longo dos grandes rios, vales e encostas (Klein, 1978 e Veloso, 1991). A Floresta Ombrófila Mista apresenta uma característica de homogeneidade das espécies dominantes com maior abundância e frequência, apresentando fanerófitos, masofanerófitos além lianas lenhosas e epífitos em abundância que deferência às outras classes de formações (Klein, 1978 e Veloso, 1991). Outras espécies são encontradas na região como a Imbuia (*Ocotea porosa*), Canela Lajeana (*Ocotea pulchella*), Camboatá-Vermelho (*Cupania vernalis*), Sapindáceas, Sapoemas (*Sloanea lasiocoma*) entre outras. Entre os compostos arbustivos de pequeno porte predominam a Erva mate (*Ilex paraguariensis*), a Gauçatunga (*Casearia decandra*), o Vacunzeiro (*Allophylus guaraniticius*), a Taquara Lisa (*Merostachys multiramea*) e o Xaxim (*Dicksonia selowiana*) entre outros.

A vegetação rasteira apresenta-se geralmente em solos degradados como a samambaia-das-taperas (*Pteridium aquilinum*), capim-rabo-de-burro (*Amdropogon bicornis*), tiririca (*Cortadeira sellowiana*) e outras ervas anuais.

Esta área é basicamente constituída por sete unidades de classes florestais identificados no mapa abaixo:

Figura 14 - Classes de Vegetação Predominante de Bom Retiro – SC



Fonte: Embrapa, 2004

4.7 DESCRIÇÃO GEOMORFOLÓGICA

O município de Bom Retiro apresenta uma geomorfologia segundo Zaions (1989) em dois compartimentos distintos como os terminais escarpados desenvolvidos, com desníveis acentuados, e as Coxilhas da Superfície do Planalto (Campos Gerais). As formas de relevo são bastante abruptas, apresentam vales fluviais com aprofundamentos em algumas nascentes. As características do relevo desta unidade geomorfológica são propícias ao desenvolvimento e preservação de uma vegetação do tipo florestal. Além de apresentar os pontos mais elevados do estado como o Morro da Boa Vista (1827 m) e o Morro Bela Vista do Guizoni (1823 m), o município tem uma variação altimétrica de 420 a 1827 metros acima do nível do mar.

Nas partes mais altas, em função do esculpimento do relevo, um grande bloco de terras foi formado por estreita chapadas ou mesetas nos platôs. As áreas com relevos ondulados se caracterizam por um planalto com formas de dessecação diferencial, com profundos entalhamentos fluviais embutidos em linhas estruturais, com diversas orientações. Nos prolongamentos do escarpamento da Serra Geral, junto à rede de drenagem, existem verdadeiros esporões interfluviais, sendo muitos deles isolados como os morros tesmudos (Radam Brasil, 2006).

4.8 APTIDÃO AGRÍCOLA

A classe de aptidão predominante no município de Bom Retiro – SC varia de culturas de ciclo curto ou longo, restrita aos níveis de manejo A, B ou C. O nível de manejo A aponta práticas agrícolas como baixo nível tecnológico (trabalho braçal), já no nível de manejo B exigem um médio nível tecnológico (tração animal) e no C alto nível tecnológico (motomecanização nas diversas fases da operação agrícola).

Segundo o Zoneamento Agroecológico e Socioeconômico do Estado de Santa Catarina a área apresenta aptidão com restrições para culturas climaticamente adaptadas. Sua aptidão é média para fruticultura, pastagem e reflorestamento.

Quadro 1 - Aptidão Agrícola

Classes	Limitações	As Classes restritas apresentam limitações fortes para a produção sustentada onde se deve considerar praticas de manejo adequado a cada região.
3d	Declividade mais acentuada	
3pf	Pedregosidade e baixa fertilidade do solo	
3f	Baixa Fertilidade do solo	

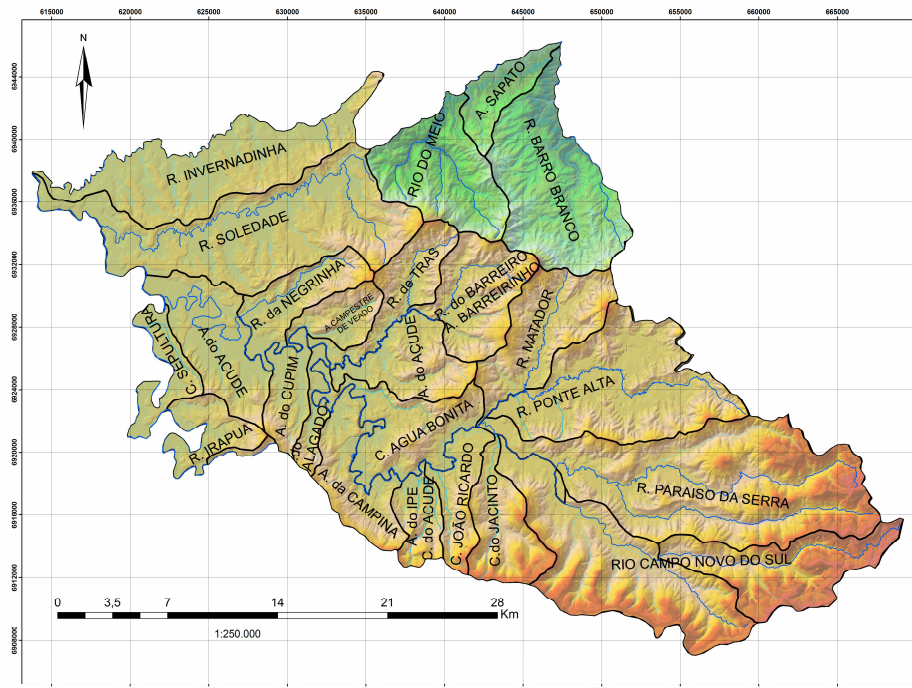
Fonte: Plano Básico de Desenvolvimento Ecológico-Econômico – Região da Amures, 1999.

As limitações reduzem a produtividade e aumentam quantidade de insumos, necessários à produção agrícola. Segundo o Plano Básico de Desenvolvimento Ecológico-Econômico, a Região de Bom Retiro tem uma aptidão de uso para reflorestamento (pinus), fruticultura (maçã, pêssego, uva, kiwi), vegetação secundária, pecuária e lavouras temporárias (milho, feijão, soja, trigo). A questão do conflito de uso do solo restringe a utilização intensiva de máquinas agrícolas, onde se deve aplicar um sistema rotativo de culturas. Segundo estudos realizados na região, as condições climáticas e de solos são propícias para varetas de Cabernet Sauvignon, Merlot, Cabernet Franc, Pinotage para produção de vinhos finos.

4.9 BACIAS HIDROGRÁFICAS

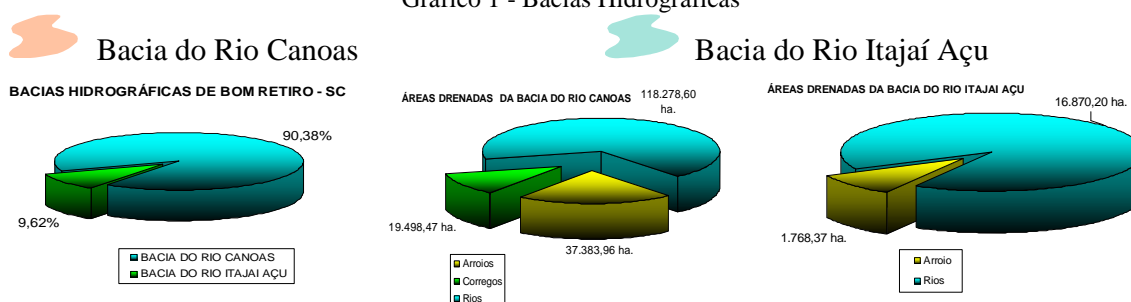
A rede hidrográfica da região de Bom Retiro – SC é drenada por duas vertentes: a do Rio Itajaí-Açu e do Rio Canoas. No período de cheias, entre outubro e fevereiro, ocorrem inundações nas áreas agrícolas e nas margens dos rios com pouca vegetação ciliar, devido às chuvas torrenciais.

Figura 15 - Bacias Hidrográficas de Bom Retiro - SC



Fonte: Mapoteca Topográfica Digital de Santa Catarina Epagri/IBGE, 2004.

Gráfico 1 - Bacias Hidrográficas

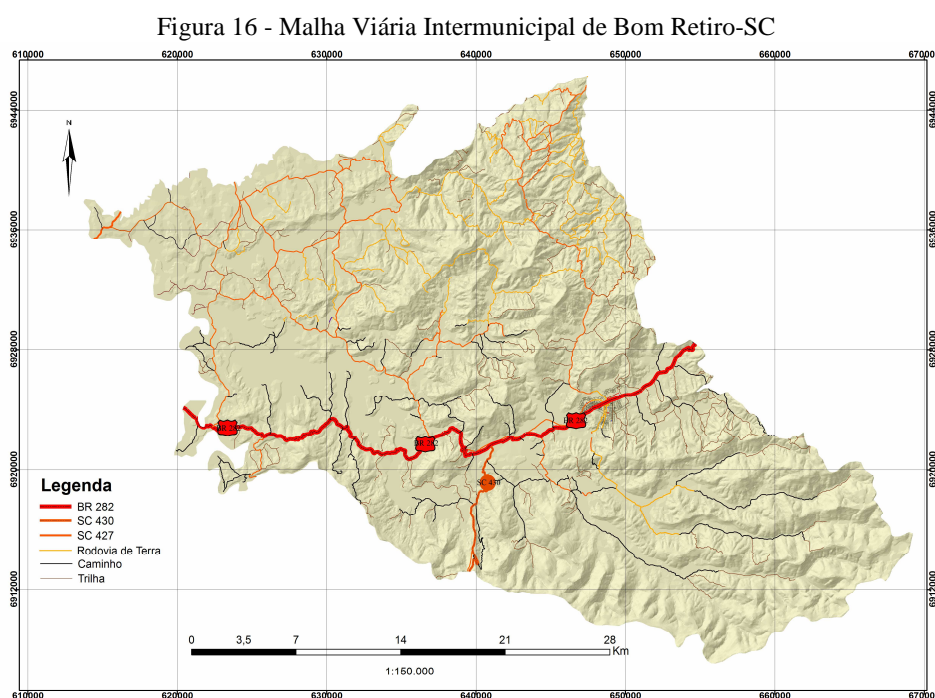


Fonte: Mapoteca Topográfica Digital de Santa Catarina Epagri/IBGE, 2004.

A Bacia do Rio Itajaí-Açu abrange uma área de 18638,57 ha. A vertente principal é a do Rio Canoas, que é responsável por 90,38 % da área drenada, abrangendo uma área de 381713,83 ha.

4.10 ESTRUTURA VIÁRIA

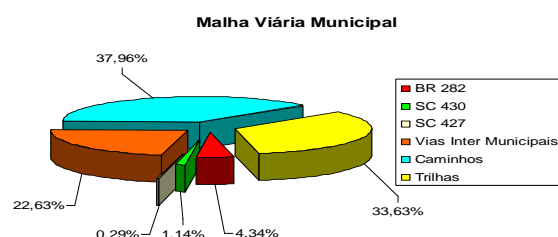
A malha viária municipal está subdividida em Federal, pela BR 282, Estadual, com as SC 430 e SC 427, vias Inter-Municipais, e algumas ligações com Caminhos e Trilhas. A principal via de escoamento da produção agropecuária é a BR 282, com cobertura asfáltica, cortando de leste a oeste o município, sendo o principal acesso e ligação da região. A SC 430 tem cobertura asfáltica, e é o principal meio de comunicação entre Bom Retiro e o Município de Urubici.



Fonte: Mapoteca Topográfica Digital de Santa Catarina Epagri/IBGE 2004.

Tabela 6 – Malha Viária Municipal

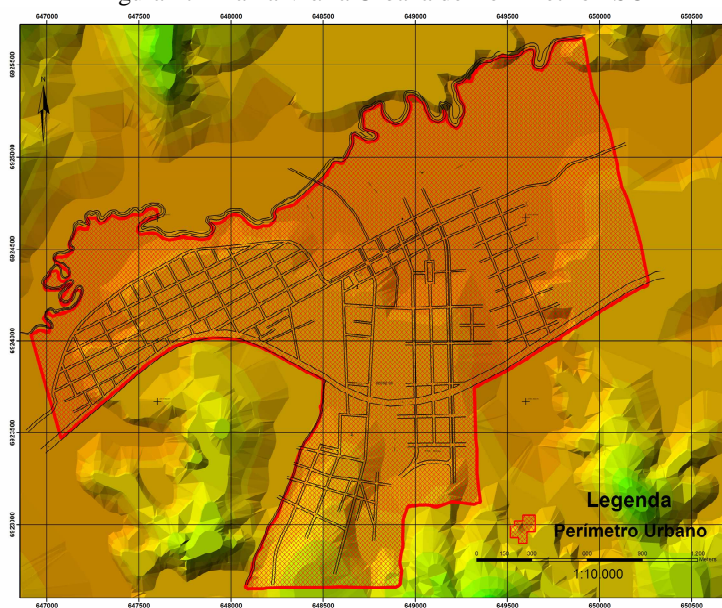
Descrição	Km	Cobertura
BR 282	41,78	Asfalto
SC 430	10,97	Asfalto
SC 427	2,80	Terra
Vias Inter-Municipais	217,58	Terra
Caminhos	365,04	Solo Natural
Trilhas	323,38	Solo Natural



Fonte: Mapoteca Topográfica Digital de Santa Catarina Epagri/IBGE, 2004.

A estrutura viária urbana municipal apresenta ruas adaptadas ao relevo, otimizando a infraestrutura e o acesso da população aos serviços. O polígono central de Bom Retiro está delimitado pelas ruas XVI de Outubro, Anita Garibaldi, XVI de Janeiro, Irineu Bornhausen no sentido norte-sul, e pelas ruas Atanagildo Ramos de Andrade, Frontino Viera de Souza, João Pedro de Souza, Av. Major Generoso e Av. Henrique Eduardo no sentido leste-oeste. Na área mais central concentram-se os principais prédios públicos, comércio, serviços e residências mais antigas. O perímetro urbano foi delimitado pelos setores censitários urbanos.

Figura 17 -Malha Viária Urbana de Bom Retiro - SC



Fonte: Bases Cartográficas do IBGE



Fonte: Inpe

5. MATERIAIS E MÉTODOS

5.1 MATERIAIS UTILIZADOS

Para atingir os objetivos propostos foram utilizados nos procedimentos metodológicos diversos elementos e materiais que podem ser divididos em produtos cartográficos e dados do censo manipulados computacionalmente.

5.1.1 Material Cartográfico

O uso de material cartográfico nesta pesquisa, de modo geral, auxiliou na composição do indicador ambiental.

Foram utilizadas na área de estudo, para dar o suporte e conhecimento geral da área de estudo, as cartas topográficas em escala 1:50.000 em formato digital, projeção UTM, fuso 22, correspondendo às folhas (IBGE, 1980):

- SH-22- Z-C-VI- 4 - Águas Brancas;
- SH-22- Z-D-IV- 1 - Alfredo Wagner;
- SH-22- Z-C-VI- 1 - Bocaina do Sul;
- SH-22- Z-D-IV- 3 - Bom Retiro;
- SH-22- Z-C-VI- 2 – Petrolândia;
- SH-22- Z-C-VI-3 – Urupema.

Para a identificação dos solos da região foi utilizado o mapa de solos do Estado de Santa Catarina em formato digital, na escala 1:250.000, da Embrapa Solos (2004).

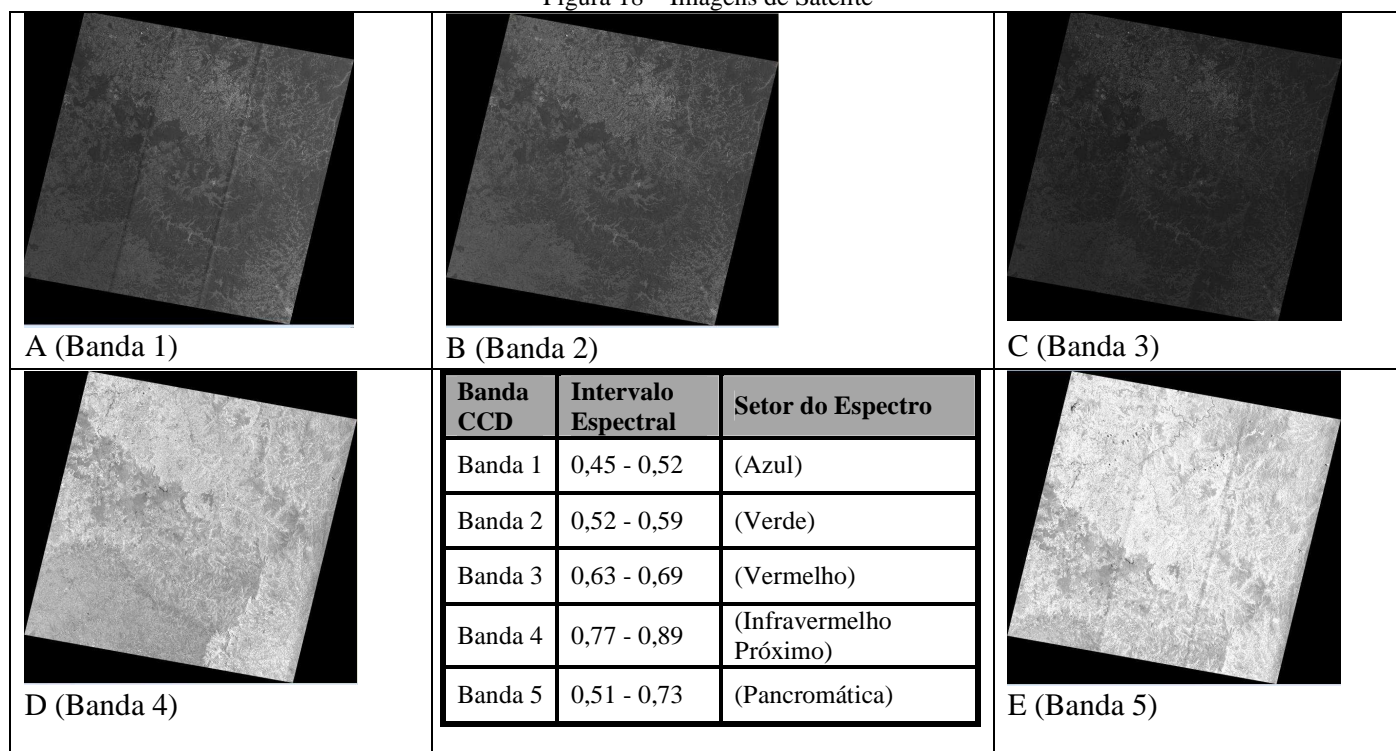
Para estruturação do Índice de Desenvolvimento Humano foi utilizado o base digital de Setores Censitários Rurais em formato digital, na escala 1:250.000 (IBGE, 1999) e base digital dos setores censitários urbanos, na escala 1:10.000 (IBGE, 1999).

5.1.2 Imagens de satélite

Cinco bandas Cbers II CCD, em meio digital, estão disponibilizadas na web pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. A data da coleta da imagem foi 27 de novembro de 2005.

A integração das imagens utilizadas na classificação supervisionada correspondem às bandas 1, 2, 3, 4 e 5 do satélite Cbers II.

Figura 18 – Imagens de Satélite



Fonte: INPE, 2006.

5.1.3 Material Computacional

A modelagem dos dados foi elaborada em equipamentos específicos com o intuito de manejar eficientemente os dados.

a) Equipamentos para o processamento

Para efetuar a elaboração do relacionamento das informações foi utilizado um *laptop* Hp Pavilion zv 5000, com um processador AMD Athlon 3200 64 bits, 1024 *megabytes* de memória RAM, placa de vídeo dedicada ATI Mobility Radeon Xpress 200 Series 128 *megabytess*, disco rígido de 80 *gigabytes*, gravador de DVD 24 X e disco rígido externo de Samsung SP 1203N de 120 *gigabyte*.

b) Processamento Numérico

Nos cálculos e preparação das bases para o relacionamento das informações, elaboração de gráficos e análises estatísticas na composição do Índice de Desenvolvimento Humano municipal foi utilizado o programa Microsoft Excel do pacote Office Profissional 2003.

c) Coleta de dados a campo GPS

A coleta de dados de campo para auxiliar o georeferenciamento para execução da classificação supervisionada foi feita com o uso do GPS de navegação 60cx Garmin.

d) Processamento de Imagens

Na fusão e na classificação supervisionada das imagens foi utilizado o programa Erdas 8.5

e) Processamento dos Dados Geográficos

O software utilizado no relacionamento dos diferentes planos de informação foi o Arcgis 9.1 com as extensões *3D Analyst Tools*, *Spatial Analyst*, *Data Interoperability Tools*, *Analysis Tools*, *Geoestatistical Analyst Tools*, *Spatial Statistics Tools*.

f) Materiais Adicionais

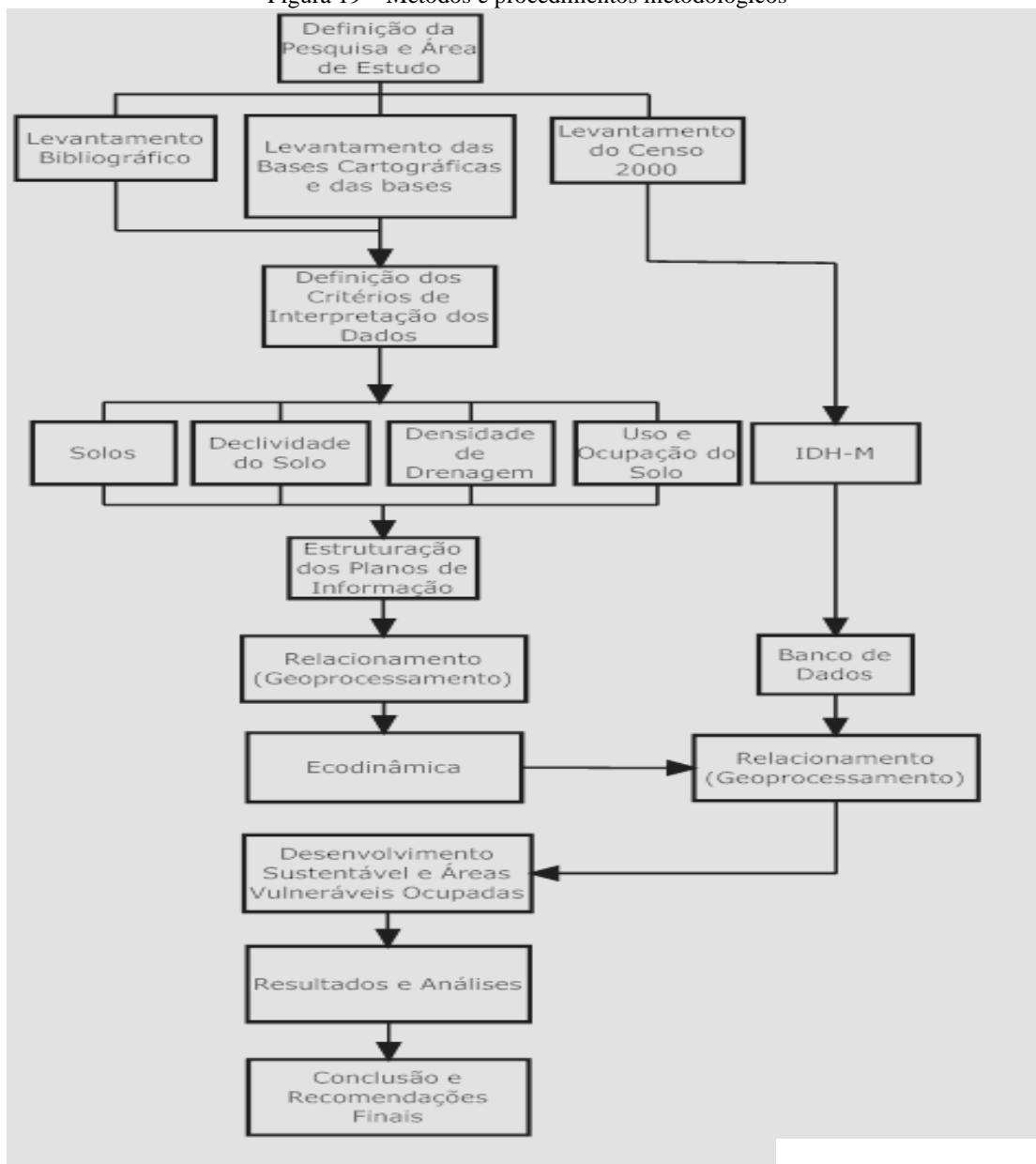
Para determinação da densidade de drenagem, plotou-se em formato A0 um mapa dos leitos dos rios com um gride de 2 x 2 km onde seu centróide serviu de base para se efetuar o processo de krigagem. A construção do Índice de Desenvolvimento Humano do município apoiou-se nos dados do censo do IBGE por setor censitário.

5.2 PROCEDIMENTOS OPERATIVOS

5.2.1 Fluxograma da Metodologia

O método de trabalho adotado procurou orientar sequencialmente todos os estágios da pesquisa, visando alcançar os objetivos formulados. Neste sentido, estruturou-se uma seqüência cronológica de procedimentos para atingir os objetivos específicos de acordo com a figura a seguir:

Figura 19 – Métodos e procedimentos metodológicos



Fonte: Marcelo Santos Oliveira, 2006.

5.2.2 Construção do Mapa de Vulnerabilidade do Solo

Para estabelecer o grau de vulnerabilidade da morfogênese do solo, utilizaram-se como critérios o grau de desenvolvimento (maturidade) e sua estrutura. Os solos mais maduros apresentam um balanço entre morfogênese¹⁰/pedogênese¹¹, onde os processos erosivos da morfogênese geram solos mais jovens e pouco desenvolvidos. No caso contrário, a pedogênese gera solos bem desenvolvidos. Outro fator que deve ser observado é a questão da cobertura vegetal e os efeitos das atividades antrópicas que pode reduzir ou aumentar os efeitos de vulnerabilidade do solo.

Neste sentido, Tricart (1977, p. 82) coloca que a dinâmica dos processos de formação do solo considera três classes preponderantes na morfodinâmica que estão ligadas: porosidade¹², estabilidade estrutural¹³ e a espessura da camada penetrável pelas raízes. Segundo o autor, a espessura penetrável desempenha um papel fundamental, tanto para a vegetação natural como a para a introduzida. Crepani (2000) propõem uma análise que expresse as tendências da pedogênese conduzida em três classes de vulnerabilidade do solo: Muito Alta, Alta, Média, Baixa e Muito Baixa

As classes estáveis são determinadas pelos eventos naturais que nela ocorrem, favorecendo os processos de pedogênese, onde são encontrados solos desenvolvidos, intemperizados e envelhecidos. Estes solos são desenvolvidos, com grande profundidade e porosidade, geralmente representados pelos Latossolos tendo uma vulnerabilidade igual a um.

Nas classes consideradas intermediárias o valor atribuído à vulnerabilidade do solo é dois, representada pela classe de solos do tipo Podzólicos. A profundidade refere-se à espessura máxima do solo em que as raízes não encontram impedimento físico para penetração, facilitando a fixação das plantas e absorção dos nutrientes (Lepsch, 1983). Estes solos apresentam menor profundidade e são instáveis e menos intemperizados, sendo que geralmente em seu relevo ocorrem os efeitos da morfogênese. O que caracteriza a variação da energia cinética sobre o solo é a quantidade de argila encontrada, que dificulta a infiltração da água no perfil, favorecendo os processos erosivos. A textura determina a distribuição percentual das partículas sólidas do solo, que definem sua capacidade produtiva, retenção de água e a suscetibilidade à erosão.

¹⁰ Morfogênese: são os efeitos das transformações que ocorrem na forma do relevo.

¹¹ Pedogênese: é o processo que define a maturidade do solo sua evolução.

¹² Percolação da Água.

¹³ Intensidade de erosão pluvial.

Tabela 7: Critérios da Vulnerabilidade do Solo

Classes	Profundidade (cm)	Textura	Vulnerabilidade
Muito Alta	$0 < P \leq 30$	Arenosa (compreende as classes texturais areia e areia franca)	3,0
Alta	$30 < P \leq 60$	Média (composições granulométricas com menos de 35% de argila e mais de 15% de areia, excluídas as classes texturais areia e areia franca)	2,5
Média	$60 < P \leq 90$	Siltosa (com menos de 35% de argila e menos de 15% de areia)	2,0
Baixa	$90 < P \leq 120$	Argilosa (composição granulométrica de 35 a 60% de argila)	1,5
Muito Baixa	>120	Muito argilosa (mais de 60% de argila).	1,0

Fonte: Guia para la elaboracion de estudos del médio físico contenido y metodologia (1984) Solos do Estado de Santa Catarina (adaptado), 2004 .

Outro elemento de análise da vulnerabilidade do solo é determinado quando prevalecem os processos modificadores do relevo (morfogênese), onde existe um predomínio dos processos de erosão em detrimento aos processos de formação e desenvolvimento do solo. Nestas unidades, consideradas vulneráveis, os solos apresentam uma escala de vulnerabilidade igual a três, sendo jovens e pouco desenvolvidos com uma pequena evolução em seus perfis. Nestes solos o horizonte A está assentado diretamente sobre o horizonte C, ou então diretamente sobre a rocha mãe (solos jovens). Em sua fase inicial, a formação, os materiais estão recentemente depositados, geralmente em alta declividade, com a velocidade da erosão igual ou maior que a velocidade de transformação da rocha em solo.

O Mapa de Vulnerabilidade do Solo foi elaborado segundo os critérios de Crepani (2000) e Embrapa (2004), onde os elementos chaves foram a maturidade, a profundidade e a quantidade de argila. Foi lançado no fundo do mapa o MNT¹⁴, com uma transparência de 30%, que denota a questão do relevo condicionado à sua vulnerabilidade.

5.2.3 Construção do Mapa de Vulnerabilidade da Declividade

A definição das classes de declividade foi estabelecida pela inclinação da reta em relação ao plano horizontal, onde Crepani et al (2000) define que, quanto maior a declividade, maior a velocidade de transformação de energia potencial em cinética. A declividade é definida pela topografia da área, e

¹⁴ Modelo Número do Terreno.

determina a quantidade de escorregamento superficial e de erosão. Portanto, quanto maior a declividade, mais próxima de 3,0 será a vulnerabilidade, o que caracteriza os efeitos morfogenéticos. Para menores valores de declividade a escala de vulnerabilidade esta próxima a 1,0, onde prevalecem os processos pedogenéticos.

Outro fator relevante são as unidades de paisagem natural (vegetação). Conforme Tricart (1977, 25 p.) "as folhas e a densidade da vegetação reduz o efeito da energia cinética sobre o solo que intervém as chuvas" e reduz o efeito na vulnerabilidade, dando a estabilidade ao processo de densidade de drenagem.

Tabela 8: Critérios de Vulnerabilidade da Declividade

Classes Morfométricas	Declividade (%)	Características das Classes Morfométricas	Vulnerabilidade
Muito Alta	$42,3 > D$	Estas áreas apresentam um relevo com formas mais escarpadas e íngremes, com escoamento superficial mais acelerado e suscetível à erosão hídrica.	3,0
Alta	$32,1 < D \leq 42,4$	As áreas são fortemente inclinadas e íngremes com escoamento superficial muito rápido suscetível a erosão hídrica.	2,5
Média	$19,8 < D \leq 32,1$	As áreas apresentam superfícies inclinadas ou colinosas, com relevo ondulado, com escoamento superficial médio.	2,0
Baixa	$10,3 < D \leq 19,8$	Formado por áreas com declives suaves com escoamento superficial lento, onde a erosão hídrica não oferece nenhum problema com comprimento de rampas muito longas.	1,5
Muito Baixa	$D \leq 10,3$	Formado por áreas quase planas com escoamento superficial muito lento, com baixa erosão hídrica.	1,0

Fonte: Crepani (2000) e Lepsh (1983)

As características dos relevos mais planos e suavemente ondulados, os densidade de drenagem tabulares e as colinas de topos aplainados, têm um valor de vulnerabilidade próximos de 1,0, quanto mais baixos forem individualmente os índices morfométricos. Nos relevos ondulados dissecados em colinas, os valores de vulnerabilidade se aproximam de 2,0. Nos relevos fortemente ondulados a escarpados, dissecados em cristas, ravinas e pontões, os valores de vulnerabilidade aproximam-se de 3,0.

A partir das bases cartográficas em formato digital, foi gerado através do software ARCGIS 9 ® um Modelo Numérico do Terreno, onde a representação matemática espacial determinou as características vinculadas à superfície real da topografia da área de estudo. O MDT consiste na

representação digital de uma porção da superfície terrestre para fins de planejamento das vulnerabilidades do ambiente.

Através da interpolação em um modelo 3D de triângulos de Delaunay, utilizando o comando *Slope*, determinaram-se em formato raster as grades triangulares que represente a declividade. Estes intervalos de 21 classes de valores com diferentes cores representam a diferenciação da vulnerabilidade do meio físico segundo a declividade do terreno.

5.2.3 Construção do Mapa da Vulnerabilidade: Densidade de Drenagem

Para descrever as características hidrológicas da região e sua função ao atingir a camada impermeável do solo, que promove um fluxo sub-superficial, o critério adotado foi determinar o número de canais de drenagem a cada 2 km². A morfologia do modelado atuando constantemente com o fluxo de água, transporta as partículas de solo vertente abaixo, promovendo uma energia potencial dinâmica dos processos deposicionais, como a produção de detritos e a sua remoção. A dinâmica das águas sobre o solo promove a morfodinâmica, sendo elementos primordiais a condição de drenagem e a profundidade em que se encontra o lençol freático. Com o objetivo de definir o processo de evolução das vertentes e sua senilidade, foram definidas cinco classes de vulnerabilidade, de acordo com a tabela a seguir.

Tabela 9: Critérios de Vulnerabilidade da Densidade de Drenagem

Classes de Densidade de Drenagem	Número de Canais	Relevo	Drenagem	Vulnerabilidade
Muito Alta	20 a 24	Desnívelamento Acentuado	Bem Drenados com ampla velocidade nos Canais	3,0
Alta	15 a 19	Acentuados	Bem Drenados com velocidade	2,5
Média	10 a 14	Desnívelamento mediamente Acentuado	Moderadamente Drenados	2,0
Baixa	5 a 9	Pouco Acentuado	Imperfeitamente Drenados	1,5
Muito Baixa	1 a 4	Superfície Plana	Mal Drenados	1,0

Fonte: Guia para la elaboracion de estudios del médio físico contenido y metodologia (adaptado), 1984.

As áreas que apresentaram um número inferior de canais de drenagem receberam um valor de vulnerabilidade próximo a 1,0. Às que apresentaram um número médio de canais de drenagem, os

valores aproximaram-se de 2,0. E nas áreas que apresentaram um maior número de canais de drenagem o valor é próximo de 3,0.

A densidade de drenagem foi gerada por meio de análise das redes hidrográficas. Na primeira etapa, a partir das bases cartográficas em escala de 1:50.000, foi gerado um mapa com células de 2 Km², onde foram contadas as linhas de hidrografia por unidade de célula. Na segunda etapa foi construída uma tabela no *software* Excel, com os seguintes valores correspondentes: na primeira coluna a longitude, na segunda a latitude e na terceira o valor Z, referente ao número de linhas hidrográficas.

Na terceira etapa foi exportada a tabela para a extensão dbf. e aplicado o algoritmo Krigagem simples, optando por valores constantes e pelo modelo circular. O método de Krigagem fornece um resultado semelhante ao de uma interpolação por média móvel ponderada gerando curvas de isolinhas, ou seja, um mapa isoplético (LOCH. R., 2006).

5.2.5 Construção do Mapa de Vulnerabilidade de Uso e Ocupação do Solo

A determinação dos critérios de análise do uso e ocupação do solo foi feita pelas informações vindas da fitogeografia¹⁵, pois a cobertura vegetal representa a defesa de cada unidade da paisagem contra o efeito dos processos modificadores da forma do relevo (CREPANI, 2000).

O uso da terra, dentre as várias definições, geralmente associa-se às atividades conduzidas pelo homem, relacionando a função socioeconômica, a natureza (como a vegetação), as águas e as construções artificiais criadas pelo homem na superfície da Terra (IBGE, 2006).

Neste sentido, a cobertura vegetal é um elemento de proteção contra os efeitos morfogenéticos, definindo a estabilidade do ambiente analisado, onde desempenha um papel importante no fornecimento de água para o solo. Assim, quanto mais densa for a cobertura vegetal menor serão os efeitos morfogenéticos que retardam o efeito do escoamento da água sobre o solo, reduzindo a vulnerabilidade do ambiente.

Neste sentido, Tricart (1977) coloca que duas fontes de energia interagem e retroalimentam-se: a solar com o efeito da fotossíntese que retira a água do solo, e a gravidade que atrai as gotas da chuva para a Terra. O autor expõe que o deslocamento das gotas, ao caírem no solo, transforma a energia potencial em cinética. Este processo de interceptação das áreas florestadas é determinado pela rugosidade das folhas, onde parte da chuva cai em forma de goteira, e a outra retorna à atmosfera em

¹⁵ Fitogeografia: ramo da botânica que trata da distribuição das plantas geograficamente na Terra.

forma de vapor (TRICART, 1977). Cabe ressaltar que cada elemento do extrato vegetal tem uma ação diferente de dissipação de energia. Desta forma, o escoamento superficial da água é determinado pelos efeitos agregados da estabilidade estrutural da cobertura vegetal, que reduz o impacto da chuva ao solo evitando o processo de erosão pluvial (TRICART, 1977). Outro elemento que deve ser ressaltado é a frenagem do vento pelas copas das árvores, que dissipa esta energia parcial evitando a turbulência da passagem do ar e reduzindo os efeitos erosivos eólicos (TRICART, 1977).

Segundo Bigarella (2003), a vegetação constitui um obstáculo ao escoamento reduzindo os efeitos erosivos, e, como via de regra, a vegetação herbácea desempenha um menor papel controlador da erosão que a área florestada.

Neste contexto, foram definidas quatro classes:

- Muito Baixa Vulnerabilidade, com cobertura vegetal em estágios avançados de regeneração e floresta Ombrófilas Mistas e Densas independente da sua posição e do relevo;
- Média Vulnerabilidade, como Florestas Aluviais e Silvicultura;
- Alta Vulnerabilidade, como campos naturais sem levar em conta o relevo, agricultura e as Estepe Gaúcha;
- Muito Alta Vulnerabilidade, em áreas de intervenção antrópica.

Tabela 10: Critérios da Vulnerabilidade de Uso e Ocupação do Solo

Vulnerabilidade da Paisagem Natural	Classes de Uso	Vulnerabilidade
Muito Baixa	Mata Ombrófila Mista e Densa	1,3
Média	Floresta Aluvial	2,0
Média	Silvicultura	2,1
Alta	Campos Nativos	2,5
Alta	Estepe Gaúcha	2,7
Alta	Agricultura	2,8
Muito Alta	Área de Intervenção Antrópica	3,0

Fonte: Crepani Adaptado, 2000.

Para auxiliar no processo de identificação das áreas de uso e definir o atual estágio de ocupação do território, apoiou-se na fusão e no processamento de imagens Cbers II CCD com 5 bandas. Para certificar os atuais estágios de ocupação humana recorreu-se a um trabalho de levantamento a campo na definição das amostras com o GPS 60cx Garmin.

Os pontos de coleta de dados, amostrais, apresentaram as seguintes latitudes e longitudes:

Tabela 11 - Pontos de coleta de dados amostrais - latitudes e longitudes

Descrição	Datas	Coordenadas
Vegetação Ombrófila Mista	27-AGO-06 11:51:32AM	S27 53.923 W49 35.197
Vegetação Ombrófila Mista	27-AGO-06 11:55:06AM	S27 53.902 W49 35.251
Campos	27-AGO-06 12:03:08PM	S27 53.909 W49 35.494
Vegetação Ombrófila Mista	27-AGO-06 12:06:40PM	S27 53.972 W49 35.580
Vegetação Ombrófila Mista (Fase de Regeneração)	27-AGO-06 12:14:36PM	S27 54.122 W49 35.352
Vegetação Ombrófila Mista	27-AGO-06 12:17:42PM	S27 54.076 W49 35.285
Áreas de Cultivo (Maça)	27-AGO-06 2:40:58PM	S27 50.216 W49 34.401
Pinus (1º ano)	27-AGO-06 2:51:01PM	S27 48.735 W49 35.776
Campos	27-AGO-06 2:59:59PM	S27 48.518 W49 31.599
Pinus Adulto (mais de 20 anos)	27-AGO-06 3:10:11PM	S27 48.001 W49 25.339
Vegetação Ombrófila Mista (Fase de Regeneração)	27-AGO-06 3:13:34PM	S27 47.244 W49 25.039
Vegetação Ombrófila Mista (Fase de Regeneração)	27-AGO-06 3:16:52PM	S27 45.155 W49 23.495
Estepe Gaúcha	27-AGO-06 3:16:52PM	S27 56.402 W49 20.078

Fonte: Marcelo Santos Oliveira, coleta de dados a campo, 2006.

O processo de extração das informações da imagem foi inicialmente realizado com o apoio do *software* Erdas 8.5, versão acadêmica. O primeiro passo foi recorrer-se aos dados coletados em campo com o GPS na localização das áreas e seus respectivos usos na imagem processada. Em seguida utilizando os dados coletados em campo selecionou-se as amostras para a classificação supervisionada com sete classes de ocupação atual do solo, gerando um arquivo de extensão sig.

5.2.6 Construção do Mapa de Vulnerabilidade Ecodinâmica

Com auxílio do *software* ArcGis 9.1® estruturou-se em formato dbase as ponderações relativas às vulnerabilidades: do solo, da declividades, do densidade de drenagem e uso e ocupação do solo.

O Mapa da Vulnerabilidade Ecodinâmica concentra-se em um relacionamento de informações resultantes de vários processos naturais caracterizados pelos parâmetros geo-biofísicos que compõem o ambiente (BECKER e EGLER, 1996). No entanto, Tricart (1977) propõem que estas unidades são células que contém um conjunto de informações fundamentais para a manutenção e a reprodução da vida em suas diversas fases de desenvolvimento de cada ambiente geo-especializado.

Na avaliação dos critérios múltiplos, combinados de forma linear e ponderada, os fatores, ao mesmo tempo, excluem as áreas de restrições absolutas presentes, estabelecendo cenários diferenciados, pelos diferentes pesos atribuídos às variáveis representativas.

Neste sentido, o relacionamento de mapas e seus planos de informação foram executadas com auxílio do *software* ArcGis 9.0[®] utilizando a extensão *Spatial Analyst*. Para tanto, as vulnerabilidades relativas aos: solos, declividade e densidade de drenagem convertida em raster com um pixel de 15 metros.

Este processo de análise da morfodinâmica considera o balanço de processos indutores da morfogênese sobre a pedogênese. Com base nos princípios ecodinâmicos, Tricart (1977) conciliou um modelo de avaliação com base nos valores relativos e empíricos de cada unidade ecodinâmica. Às unidades ecodinâmicas foram atribuídos valores relativos que ressaltam o grau de vulnerabilidade da cada ambiente (CREPANI et al, 2000).

O relacionamento será obtido pela seguinte equação:

$$\text{Unidades de Vulnerabilidades Ecodinâmicas} = \sum \{[(\text{solos}) * (0,3)] + [(\text{declividade}) * (0,3)] + [(\text{densidade de drenagem}) * (0,20)] + [(\text{usodo solo}) * (0,20)]\} \quad (1)$$

Fonte: Crepani (adaptado), 2000.

Os pesos da ponderação foram atribuídos conforme os princípios morfodinâmicos do meio. Para identificar os valores relativos à vulnerabilidade Ecodinâmica, levou-se em conta os processos morfogenéticos, que prevalecem sobre processos pedogenéticos. Assim Crepani (2000) sugere uma combinação de três cores aditivas primárias (Azul, Verde e Vermelho), associadas a cada classe de vulnerabilidade, de maior estabilidade com peso 1,0 (azul), o intermediário com peso 2,0 (verde) e o instável peso 3,0 (vermelho).

No presente trabalho foram utilizadas cinco classes:

- Muito Baixa Vulnerabilidade;
- Baixa Vulnerabilidade;
- Média Vulnerabilidade;
- Alta Vulnerabilidade;
- Muito Alta Vulnerabilidade.

5.2.7 Construção do Mapa do Índice de Desenvolvimento Humano Municipal

O índice de desenvolvimento humano é o processo de expansão da análise em diversas áreas: econômica, política, social e cultural. O conceito de desenvolvimento humano foi formulado por um grupo de especialistas comandados pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. Em 1996, o escritório do PNUD no Brasil se associou ao Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), para produção do primeiro Relatório sobre o Desenvolvimento Humano no Brasil, divulgando pela primeira vez os IDH das grandes regiões e aos estados brasileiros. Com o refinamento do estudo, os indicadores de desenvolvimento humano podem ser aplicados em menores unidades territoriais do município, os setores censitários.

Os setores censitários são as menores unidades territoriais para o levantamento do Censo, com limites físicos identificáveis em campo e dimensões adequadas para abranger todo o Território Nacional (IBGE, 2000). O setor Censitário auxilia o Censo demográfico na coleta de dados. Os resultados tabulados são distribuídos em 21 planilhas com dados cadastrais de áreas, códigos e nomes dos itens geográficos, em um total de 3.200 variáveis coletadas a campo (IBGE, 2000).

A divisão censitária é composta por sistema cartográfico, elaborado exclusivamente para os fins estatísticos, em conjunto com mapas municipais, com as localidades e setores censitários (IBGE, 2000). Estes mapas são elaborados em escala topográfica 1:250.000, apresentando uma cobertura completa do município e de sua divisão distrital (IBGE, 2000).

O município de Bom Retiro – SC é subdividido em 15 setores censitários, sendo seis setores urbanos e nove rurais.

A subdivisão da situação das informações é por áreas: urbanizada (cidade ou vila e a área legalmente definida como urbana caracterizada por construções, arruamentos, e intensa ocupação humana; as áreas afetadas por transformações decorrentes do desenvolvimento urbano, e aquelas, reservadas à expansão urbana); não-urbanizada (cidade ou vila e a área legalmente definida como urbana caracterizada por ocupação predominantemente de caráter rural); urbana isolada (área definida por lei e separada da sede distrital por área rural ou por um outro limite legal).

Para avaliar o Índice de desenvolvimento humano nas esferas sociais e econômicas integrou-se a fórmula do índice de eficiência:

$$\text{Índice de Eficiência} = \frac{\text{Valor Atual} - \text{Menor Valor}}{\text{Maior Valor} - \text{Menor Valor}} \quad (2)$$

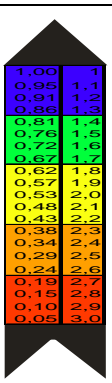





Para definir a medida de participação segundo o gênero utilizou-se a seguinte fórmula:

$$\sum \{ [\text{Parcela Feminina da População} \times (\text{Índice Feminino} - 1)] + [\text{Parcela Masculina da População} \times (\text{Índice Masculino} - 1)] \}^{-1} \quad (3)$$

O valor resultante do poder de tomada de decisão é indexado é dividido por 50%, formando parcelas iguais masculinas e femininas.

Ao índice de nível de desempenho foram atribuídas cinco classes hierárquicas de eficiência para espacialização dos resultados:

Tabela 12 – Índice Desenvolvimento Humano Municipal

Tabela 12 - Índice Desenvolvimento Humano Municipal					
Muito Alto	Alto	Médio	Baixo	Muito Baixo	
1,000 a 0,860	0,850 a 0,630	0,629 a 0,390	0,390 a 0,240	0,230 a 0,000	
Paleta de Cores					
					
1 a 1,3	1,4 a 1,7	1,8 a 2,2	2,3 a 2,6	2,7 a 3,0	

Fonte: Andersen (adaptado), 2006.

5.2.8 Construção do Mapa de Desenvolvimento Sustentável e Áreas Vulneráveis Ocupadas

O desenvolvimento sustentável foi definido pelo relacionamento da vulnerabilidade ecodinâmica e pelo índice de desenvolvimento humano municipal. No relacionamento de informações foi atribuído um modelo algébrico, com uma equação, com pesos de ponderados a cada elemento, tecnicamente distribuídos a critério do especialista. A equação proposta atribuiu uma ponderação de 0,70 para a ecodinâmica e 0,30 para o IDH-M.

A Expressão, adaptada de Simões et al (1998), é:

$$\text{Desenvolvimento Sustentável} = \sum (\text{Und.Vulnerabilidade Ecodinâmicas} * 0,70) + (\text{IDM} - \text{M} * 0,30) \quad (4)$$

Neste sentido, foi atribuído aos indicadores de sustentabilidade uma variação de 1,5 para Muito Alto Desenvolvimento, de 2 para Médio Desenvolvimento, de 2,5 para Baixo Desenvolvimento e 3,0 para Muito Baixo Desenvolvimento. A estas classes foi atribuída uma escala cromática variando do vermelho para pior situação, verde para situação mediana e azul para os valores de melhor desempenho.

Para definição das áreas vulneráveis ocupadas foi aplicada, com o auxílio da extensão *Spatial Analyst*, técnica booleanas de classificação na vulnerabilidade de uso e ocupação do solo. Assim, extraem-se as áreas de muito alta vulnerabilidade no mapa de vulnerabilidade de Uso do Solo, repetindo o mesmo processo para a classe de Muito Alta Vulnerabilidade do mapa de vulnerabilidade ecodinâmica. No processo seguinte, através de uma operação de adição, definiram-se as Áreas Vulneráveis Ocupadas

Este procedimento permitiu identificar as áreas ocupadas com alto grau de vulnerabilidade (Áreas Vulneráveis Ocupadas), oferecendo uma ferramenta de análise para os gestores públicos municipais na formulação de políticas públicas para garantir a sustentabilidade das ações antrópicas no município com o meio ambiente.

6. ANÁLISES E RESULTADOS

6.1 INDICADORES AMBIENTAIS

6.1.1 Mapa de Vulnerabilidade do Solo

As transformações que ocorrem na crosta terrestre com o intemperismo formam o solo (TEIXERA et al 2003). Este conjunto de modificações sobre as rochas, tanto de ordem física (degradação) quanto química (decomposição), estão sujeitas aos processos do ciclo supérgeo¹⁶, que leva a uma denudação continental e conseqüentemente ao aplainamento do relevo.

Sendo assim, o solo segundo Guerra e Cunha (2003) é um conjunto de corpos naturais tridimensionais, resultante da ação integrada do clima e organismos sobre o material de origem. Para a Embrapa (1999) o solo é uma coleção de corpos naturais, constituídos por partes sólidas, líquidas e gasosas, tridimensionais, dinâmicos, formado por materiais minerais e orgânicos, que ocupam as extensões continentais do nosso planeta, contendo matérias vivas que podem ser vegetados na natureza. Suas estruturas apresentam horizontes formados pelo acúmulo de material depositado e pela edafização¹⁷, sob a forma de camadas (GUERRA E CUNHA, 2003; RESENDE et al, 2002).

A formação do solo apresenta cinco variáveis independentes, compostas pelos seguintes fatores (GUERRA e CUNHA, 2003; RESENDE et al, 2002; TEIXERA et al 2003): clima¹⁸, organismos¹⁹, material²⁰, relevo²¹ e tempo²².

Estes processos de evolução e desenvolvimento do solo compõem uma correlação entre configurações do terreno e classes do solo. Neste aspecto, o relevo e o clima conduzem à condição hídrica e térmica na composição dos solos. Estas influências refletem na condição do microclima e na natureza da vegetação natural que são caracterizadas pelas propriedades de cada tipo de solos.

Para a definição do critério vulnerabilidade do solo no município de Bom Retiro foi hierarquizada, primeiramente, sua profundidade. Este atributo fornece uma informação fundamental nos processos de erosão, formação e desenvolvimento do solo. Neste sentido, os solos mais profundos que são

¹⁶ Supérgeo: erosão, transporte e sedimentação.

¹⁷ Edafização: transformação das rochas decompostas em solos.

¹⁸ O intemperismo com ação climática (temperatura, precipitação e umidade), sobre as rochas da origem ao solo.

¹⁹ A decomposição orgânica dos vegetais e animais com os microorganismos transformam os resíduos orgânicos, em substâncias húmicas (sais minerais, ácidos orgânicos e dióxido de carbono) promovendo a lixiviação dos minerais.

²⁰ Originário: material que não foi composto pela gênese do solo (saprolito), intemperismo das rochas subjacentes, quando transportados de outras áreas (alóctones) e quando resultante da mistura ou do retrabalhamento de produtos locais ao longo da encosta (pseudo-autotóctones).

²¹ Configuração superficial da crosta terrestre e uma variável que afeta o desenvolvimento do solo devido à ação da morfodinâmica e do microclima.

²² Variável responsável pelo desenvolvimento dos horizontes do solo.

geralmente encontrados em relevos mais suaves, caracterizam-se em ambientes mais estáveis (Cambissolo); sendo que os solos pouco espessos indicam solos jovens em que os processos de erosão são mais intensos (Neossolos Litólicos). O outro atributo utilizado foi a classe textural, que indica a proporção de partículas sólidas (areia-silte-argila) no solo. Este atributo fornece os aspectos relacionados aos processos morfogenéticos, caracterizados pela capacidade de armazenamento de água e resistência à erosão. Outro parâmetro de avaliação dos solos foi o grau de vulnerabilidade e estabilidade estabelecido por Crepani (2000). O Quadro 2 representa o grau de vulnerabilidade dos solos.

Quadro 2 - Relação do solo de Bom Retiro-SC com o grau de vulnerabilidade

Classes de Solos	Código	Profundidade (cm)	Classe Textural	Grau de Vulnerabilidade	Grau de Saturação			Paleta de Cores	Áreas (km²)	(%)
					R	G	B			
Cambissolo Álico	Ca34	0 a 60	Argilosa	2,0	238	255	0		81,99	1,42
Cambissolo Húmico Álico	Ca35	0 a 70	Argilosa	2,0	238	255	0		529,62	9,22
Cambissolo Álico húmico	Ca62	0 a 80	Muito Argilosa	1,5	4	155	0		349,81	6,09
Cambissolo Álico húmico	Ca64	0 a 80	Muito Argilosa	1,5	4	155	0		339,16	5,91
Cambissolo Álico húmico	Ca69	0 a 100	Argilosa	1,5	4	155	0		320,41	5,58
Cambissolo Álico	Ca78	0 a 40	Média	2,5	0	255	0		46,40	0,80
Podzólico Vermelho-Amarelo	PVa5	0- 60	Argilosa	2,0	238	255	255		57,24	0,99
Solos Litólicos Álicos	Ra10	0 - 25	Média	3,0	168	0	0		121,04	2,10
Solos Litólicos Álicos	Ra14	0 - 25	Média	3,0	168	0	0		3837,6	66,8
Solos Litólicos Álicos	Ra16	0 - 25	Média	3,0	168	0	0		35,17	0,61

Fonte: Embrapa Solos, 2004.

A importância do tempo dinâmica do solo no ambiente em um ecossistema, segundo Crepani et al (2000), se dá pelo balanço pedogênese/morfogênese, em um processo morfodinâmico, onde se indica claramente se prevaleceram os processos erosivos da morfogênese ou, por outro lado, se prevaleceram processos de pedogênese, gerando solos bem desenvolvidos.

A análise apontou três classes condizentes à realidade dos dados: Cambissolos, Podzólicos e Litólicos.

Os solos podzólicos muito argilosos e mais profundos foram encontrados em relevos mais suaves caracterizados pela denudação, sendo encontrados em 1% do município. Outro aspecto a se ressaltar são os Podzólico Vermelho-Amarelo, encontrados na Bacia do Rio Itajaí Açu. Estes solos são

altamente desenvolvidos e estáveis, com uma textura argilosa, sendo uma associação de Cambissolo Álico gleico e Solos Aluviais, recobertos por floresta tropical perenifólia de várzea com relevo plano.

Existe restrição ao uso da agricultura, que pode ser contornado desde que haja correção e adubação do solo, assim como a existência de técnicas de combate à erosão. Sua aptidão resume-se ao cultivo de pastagem, milho e mandioca necessitando de doses maciças de fertilizantes e corretivos além do emprego de práticas conservacionistas simples.

O solo mais representativo no município é o Litólico, correspondendo a 70% da área municipal, que se caracteriza pelo horizonte A, assentado diretamente sobre o horizonte C ou então assentado diretamente sobre a rocha mãe (não possuem o horizonte B). Este solo tem alta saturação por alumínio, sendo o horizonte A do tipo húmico com textura média, originados de rochas sedimentares (siltitos e arenitos finos), granitos e efusivas ácidas da formação geológica da Serra Geral. Estes solos são jovens, em fase inicial de formação, desenvolvendo-se a partir da denundação recentemente, em alta declividade e velocidade da erosão, onde em grande parte (mais de 50% do município) apresenta um uso restrito.

Tabela 13: Origem e Relevo dos Solos Litólicos

Solo Litólico Álico	Cobertura	Relevo
Ra10	Floresta e campo subtropical	Forte ondulado
Ra14	Floresta subtropical altimontana	Relevo montanhoso
Ra16	Floresta subtropical perenifólia	Relevo escarpado

Fonte: Embrapa Solos, 2004.

A quanto à utilização agrícola, fica restrita, devido a sua pequena espessura aliada à baixa fertilidade natural. Seu relevo é acidentado, constituído por morros e maciços montanhosos com algum predomínio de formas acidentadas com presença de pedras, onde se torna propícia a pecuária extensiva. Neste caso, não deve haver exploração agrícola e deve ser mantida a vegetação natural como área de preservação permanente.

Os Cambissolo são solos minerais, não hidromórficos, com horizonte B incipiente bastante heterogêneo, no que se refere à cor, espessura e textura, com uma fração de argila por saturação das bases. São moderadamente drenados, com uma profundidade variando entre 50 cm a 200 cm. Na região, devido à variação adrupta da temperatura, os cambissolos têm uma coloração brunada ou vermelho-amarelada, com o horizonte superficial espesso e de cor escura devido aos altos teores de matéria orgânica. Sua textura e demais características variam muito em função da natureza do material de origem geológica. O Cambissolo apresentou uma vulnerabilidade entre média e baixa, sendo que o

elemento de variação apontado na análise foi a classe textural, ou seja, os solos mais argilosos e mais profundos. Nestas áreas, os Cambissolos, se caracterizam em relevos suaves, e pelo acúmulo de material decomposto pela denundação, representando um total de 29 % da área analisada.

Tabela 14: Origem e Relevo dos Cambissolos

Solo Cambissolo Álico	Cobertura	Relevo
Ca34	Floresta subtropical perenifólia	Ondulado e Montanhoso
Ca35	Floresta subtropical perenifólia	Escarpado
Ca62	Floresta e campo subtropical	Ondulado
Ca64	Campo Subtropical	Suave Ondulado
Ca69	Floresta subtropical perenifólia	Suave Ondulado
Ca78	Floresta subtropical	Suave Ondulado

Fonte: Embrapa Solos (2004)

O solo Ca34 desta unidade é muito pouco utilizado com agricultura, devido à baixa fertilidade, sendo o extrativismo vegetal, talvez a única atividade agrícola. O solo Ca35 é predominantemente representado pelo cultivo de cebola, que devido ao seu relevo apresenta uma impossibilidade de mecanização.

No solo Ca62, sua textura é muito argilosa, onde no primeiro componente, reúne alguma condição de uso para agricultura, apesar da baixa fertilidade natural e pelos impedimentos ao uso de máquinas agrícolas, onde a melhor opção a permanência da cobertura vegetal natural. O solo Ca64 apresenta baixa fertilidade natural, com elevados teores de alumínio trocável, tendo uma moderada a forte suscetibilidade a erosão, dificultando o uso de máquinas e implementos agrícolas, onde seu melhor aproveitamento é o campo nativo.

O solo Ca69 tem baixa fertilidade natural, aliada aos teores elevados de alumínio trocável, em níveis tóxicos à maioria das culturas, ao seu uso limitam-se as pastagens naturais, reflorestamento, culturas anuais como milho e soja cultivados em pequena escala.

O solo Ca78 é de baixa fertilidade natural, com valores muito altos de alumínio trocável, não representando problemas de erosão e mecanização, possuindo um razoável potencial agrícola, como lavouras de subsistência, extrativismo vegetal e pastagem para criação extensiva.

Mapa 1 - Mapa de Vulnerabilidade do Solo

6.1.2 Mapa da Vulnerabilidade da Declividade

O termo declividade significa a inclinação do relevo em relação ao horizonte. A declividade é definida como o ângulo formado pela diferença de nível do relevo e a distância que o separa em relação ao plano horizontal. Sua estimativa é simples e se baseia no cálculo do declive de um plano de ajuste em cada ponto ou célula do modelo. Com isto, tem-se uma grade regular, a partir da qual é gerado um mapa temático, associando uma classe para cada intervalo de valores numéricos. O mapa de declividade do terreno constitui-se em um importante instrumento de apoio a estudos de potencialidade de uso agrícola de uma determinada área, quando correlacionado a outros tipos de fenômenos geográficos inerentes à topografia.

O mapa de declividade avalia os graus de inclinação e a velocidade do escoamento superficial das vertentes. As classes de declividade segundo Crepani et al (2000) são definidas pela amplitude altimétrica, que está diretamente relacionada com o aprofundamento da dissecação, compondo um indicador da energia potencial disponível para o “*runoff*”²³. Neste sentido, quanto maior a amplitude altimétrica maior a energia potencial, pois as chuvas que caem sobre os pontos mais altos do terreno adquirirão maior energia cinética no seu percurso em direção às partes mais baixas, possibilitando a capacidade de erosão ou de morfogênese (CREPANI, 2000).

O processo de ação da água em movimento separa as partículas rochosas pelo intemperismo, que movem-se sempre que forças de gravidade atuam sobre elas, em um movimento preferencial e descendente ao longo de uma encosta e igual à tangente do ângulo de sua inclinação.

A tabela representa a área e domínio das classes segundo seus graus de vulnerabilidades. As classes de vulnerabilidade seguiram o critério de Crepani (2000), que avalia a perda do solo por um índice morfométrico de cada unidade de declividade. Nos relevos planos e suaves atribui-se uma vulnerabilidade igual a 1,0, entre a baixa e a média, se atribuiu uma vulnerabilidade igual a 1,5; nos relevos mais ondulados dessecados em colinas o índice morfométrico foi igual a 2; uma transição entre a declividade média e muito alta o índice morfométrico e 2,5, nas formas de origem estrutural e denudacional, caracterizadas por relevos fortemente ondulados dessecados em cristas, ravinas e pontões, o índice morfométrico foi estabelecido uma vulnerabilidade igual a 3.

²³ Escoamento.

Cabe ressaltar que 53,04 das áreas apresentam baixíssima vulnerabilidade podendo ser utilizada para agropecuária. As classes de declividades foram definidas com os respectivos valores de escala de vulnerabilidade:

Quadro 3 - Relação da declividade do solo com seu grau de vulnerabilidade

Declividade	Percentual	Valores de Vulnerabilidade	Grau de Saturação			Paleta de Cores	Áreas (km²)	(%)
			R	G	B			
Muito Baixa	< 3,5	1,0	0	0	115		375,32	35,53
	5,8	1,1	0	38	115		49,22	4,66
	8,2	1,2	0	88	155		70,04	6,63
	10,3	1,3	0	115	94		65,72	6,22
Baixa	12,9	1,4	0	115	44		80,91	7,66
	15,1	1,5	4	115	0		63,88	6,05
	17,4	1,6	98	255	0		61,85	5,86
	19,8	1,7	132	255	0		56,90	5,39
Média	22,2	1,8	166	255	0		49,78	4,71
	24,5	1,9	204	255	0		40,31	3,82
	27,2	2,0	238	255	0		38,64	3,66
	29,6	2,1	255	157	0		27,46	2,60
Alta	32,1	2,2	255	140	0		22,31	2,11
	34,6	2,3	255	123	0		16,77	1,59
	37,2	2,4	255	106	0		12,55	1,19
	39,8	2,5	255	89	0		8,71	0,82
Muito Alta	42,4	2,6	240	0	0		5,74	0,54
	45,3	2,7	222	0	0		4,03	0,38
	48,1	2,8	204	0	0		2,39	0,23
	50	2,9	186	0	0		1,01	0,10
	> 50	3,0	168	0	0		2,72	0,26

Fonte: Crepani Adaptada, 2000.

Neste sentido, as características geomorfológicas da vulnerabilidade da declividade, esta ligada as diferenciações litológicas e heterogenias. O processo modelador do relevo propiciou uma intensa fragmentação comandada pelos cursos de drenagem. Esta fragmentação do relevo provocou uma ruptura no declive, que apresentam interflúvios estreitos com topo aplainados nas vertentes.

As áreas mais escarpadas encontram-se a leste do município de Bom Retiro-SC, onde se registra cotas altimétricas superiores a 1500 m como a presença de relevo residuais acima de 1800 m, como o Morro da Boa Vista (1827 m) e o Morro Bela Vista do Guizoni (1823 m). Na cuesta da Serra Geral apresenta desnível médio de 400 m nas bordas dos planaltos. Nestas áreas, a drenagem é anaclinal com grande poder erosivo.

Nas áreas de planície fluvial, ocorrem terraços de várzeas, com trechos de rios com muitos meandros, sujeito as inundações periódicas. Nestas áreas, o solo é adequado para agricultura.

Mapa 2 - Mapa da Vulnerabilidade da Declividade

6.1.3 Mapa da Vulnerabilidade da Densidade de Drenagem

Segundo Crepani (2000, p.17) “a intensidade de dissecação do relevo pela drenagem está diretamente ligada à porosidade e à permeabilidade do solo e da rocha”. A velocidade do movimento de massa influencia na formação da morfologia da vertente nas áreas de alta declividade (Bigarella, 2003), onde a permeabilidade representa a capacidade do solo de fluir ou transmitir água e ar através de sua espessura (Ignácio et al, 2004).

Neste sentido, as rochas impermeáveis dificultam a infiltração das águas, gerando uma maior quantidade de água na superfície do solo. Sendo assim, quanto maior for quantidade de água na superfície, maior será o número de canais de drenagem, gerando uma energia potencial cinética que aumenta a capacidade erosiva, provocando a morfogênese aumentando a vulnerabilidade do solo. O processo de avaliação da intensidade da dissecação do solo é medido pela densidade da drenagem, ou seja, números de canais por unidade de área que reduzindo a infiltração e a porosidade do solo.

Como resultado observou-se que as áreas com os mais altos valores apresentavam maiores número de canais, onde se constata serem as mais drenadas e impermeáveis. Na distribuição das zonas de variação das densidades de drenagem observaram-se bruscas variações entre as áreas de maior permeabilidade e de menor permeabilidade. Cabe ressaltar que a área entre o divisor de águas entre o Rio Ponte Alta e o Rio Paraíso da Serra, Rio Matador e Arroio de Santa Clara, apresentam uma alta densidade de drenagem, ou seja, uma concentração de rios em suas cabeceiras ocupando um área de 1,59% do município. Outro ponto que deve ser observado foi que nas áreas de relevo mais suaves e planos, onde a permeabilidade e a densidade de drenagem é intensificada, apresentando poucos canais (rios) representando 50,16% da área do município.

As zonas de Densidade de Drenagem foram distribuídas em vinte cores distintas, com ênfase às cores quentes nas regiões com maior densidade de drenagem, que apresentam maior dinâmica de vulnerabilidade. As áreas de maior estabilidade, ou seja, as zonas mais permeáveis, por cores que variam do azul escuro para o verde escuro.

Observa-se no mapa de densidade de drenagem, o domínio de media permeabilidade, localizados nas áreas mais baixas da Bacia do Rio João Paulo, um dos principais afluentes do Rio Canoas na Região de Bom Retiro.

A definição da vulnerabilidade do ponto de vista da ecodinâmica segundo Crepani (2000) foi subdividida em:

Quadro 4 – Densidade de Drenagem e seu grau de vulnerabilidade

Densidade de Drenagem	Características Eco dinâmicas	Valores de Vulnerabilidade	Grau de Saturação			Paleta de Cores	Áreas (km²)	(%)
			R	G	B			
Muito Baixa	Baixa Drenagem	1,1	0	38	115		0,13	0,01
		1,2	0	88	155		3,02	0,29
		1,3	0	115	94		15,48	1,47
Baixa	Drenagem Pouco Densa	1,4	0	115	44		71,75	6,79
		1,5	4	115	0		110,9	10,5
		1,6	98	255	0		120,9	11,4
		1,7	132	255	0		141,2	13,3
Média	Drenagem Moderadamente Densa	1,8	166	255	0		133,0	12,6
		1,9	204	255	0		123,0	11,6
		2,0	238	255	0		92,79	8,79
		2,1	255	157	0		69,69	6,60
		2,2	255	140	0		54,12	5,12
Alta	Drenagem Densa	2,3	255	123	0		43,44	4,11
		2,4	255	106	0		28,96	2,74
		2,5	255	89	0		17,72	1,68
		2,6	240	0	0		11,03	1,04
Muito Alta	Drenagem Muito Densa	2,7	222	0	0		7,61	0,72
		2,8	204	0	0		4,58	0,43
		2,9	186	0	0		2,82	0,27
		3,0	168	0	0		3,86	0,37

Fonte: Marcelo Santos Oliveira, 2006.

Mapa 3 – Mapa da Vulnerabilidade da Densidade de Drenagem

6.1.4 Mapa de Vulnerabilidade de Uso e Ocupação do Solo

Na elaboração do mapa identificou-se a ocupação do território e a densidade da cobertura vegetal. As áreas mais florestadas, nas partes mais altas e acidentadas do relevo de Bom Retiro, encontram-se nas seguintes Bacias Hidrográficas: Rio Campo Novo do Sul, Rio Paraíso da Serra, Córrego do Jacinto, Rio do Barreiro, Rio Matador, Arroio Campestre de Veado e Rio Soledade. As áreas de campos, foram encontradas, em locais de relevo suave, onde possivelmente foi utilizado pastagens artificiais, pastoreio, principalmente localizadas no Arroio do Ipê, Córrego do João Ricardo, Rio Arapuá, Arroio da Campina, Arroio do Açude, Rio da Negrinha, Rio Soledade e Rio do Meio. As áreas mais urbanizadas e antropizadas localizaram-se nos fundos dos vales e no centro urbano, principalmente no Rio Paraíso da Serra, Rio Campo Novo do Sul, Rio Ponte Alta, Arroio do Alagado, Córrego do rio Ricardo, Rio Matador, Rio Barro Branco, Rio Soledade, Rio Invernadinha, Rio do Açude e Rio do Alagado.

Nas unidades da vulnerabilidade da ocupação do solo foram definidas cinco classes de vulnerabilidade do ambiente em função da intensidade dos processos erosivos e pelo uso atual do solo.

a) Muito Baixa Vulnerabilidade

Estas áreas apresentam uma cobertura vegetal homogênea e bem adensada, independente da sua posição e do relevo, onde se atribui a cor azul escura, subdividindo-se em:

- Floresta Ombrófila Densa: ocorre nas encostas da Serra Geral, como no alto do Vale do Itajaí em uma faixa transicional de clima, sendo a principal característica da vegetação variando entre fanerófitos²⁴, mesafanerófitos²⁵, além de lianas lenhosas (Veloso, 1992). Outra característica própria e a homogeneidade entre as classes dominantes, apresentando em contra partida uma maior abundância e frequência (Klein, 1978).
- Floresta Ombrófila Mista: também denominada florestas com araucárias, é típica do Planalto Meridional Brasileiro e varia em função da altitude. Sua principal característica é a resistência ao frio, apresentando uma coloração mais clara por serem mais ralas e menos exuberantes em relação às Ombrófilas Densas (Veloso, 1992). Esta classe florestal apresenta uma densidade agrupada em manchas muitas vezes interrompidas pelos campos (Klein, 1978). O pinheiro

²⁴ Fanerófitos: plantas lenhosas que apresentam um porte médio de 0,25 cm do solo.

²⁵ Mesafanerófitos: Plantas de porte de 30 a 50 metros

(*Araucaria angustifolia*) sobressai pelo seu grande porte, sendo comum também no estrato emergente à presença da imbuia (*Ocotea porosa*), do angico-vermelho (*Parapiptadenia rigida*), da canela-lageana (*Ocotea pulchella*) e da bracatinga (*Mimosa scabrella*), entre outras. A erva-mate (*Ilex paraguariensis*) é uma espécie muito comum, situando-se já num estrato inferior.

Figura 20: Floresta Ombrófila Mista e Densa

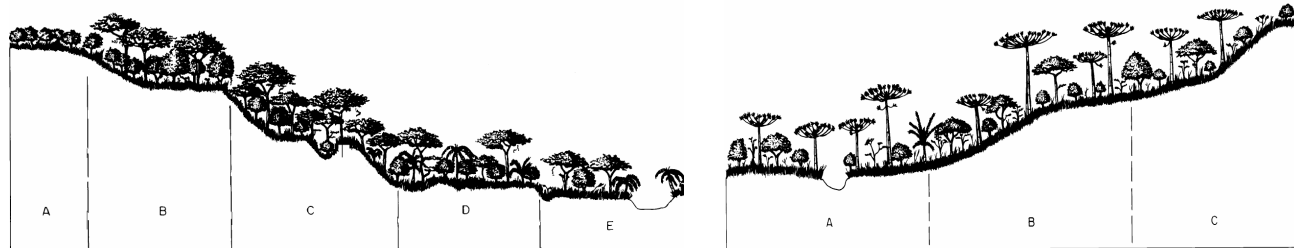


Fig. 4.17 - Perfil esquemático das áreas de Floresta Ombrófila Densa: A - Floresta Alto-Montana; B - Floresta Montana; C - Floresta Submontana; D - Floresta das Terras Baixas; E - Floresta Aluvial.

Floresta Ombrófila Densa

Fonte: Radan (2006)

Fig. 4.18 - Perfil esquemático das áreas de Floresta Ombrófila Mista: A - Floresta Aluvial; B - Floresta Montana; C - Floresta Alto-Montana.

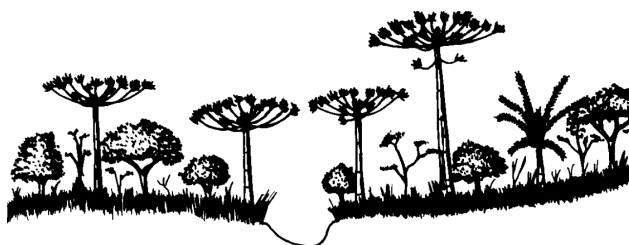
Floresta Ombrófila Mista

b) Média Vulnerabilidade

Estas áreas dividendo-se em:

- Floresta Ombrófila Mista Aluvial: vegetação típica de mata ribeirinha ocupando solos aluviais, composta por uma vegetação mista hidrófila formada principalmente por gramíneas e ciperáceas a mesafanerófitos (Veloso, 1992 e Klein, 1978). Sua ocorrência restringe-se a pequenas áreas abaciadas, esparsamente distribuídas próximas aos rios (Medeiros, 2006).
- Silvicultura: são áreas florestadas ou reflorestadas, com essências exóticas em plantio disciplinado visando à exploração de madeira, lenha, celulose, carvão e outros (Lepsch, 1983). Esta técnica é ligada às condições biológicas fornecendo matéria-prima para a indústria madeireira (IBGE, 2006). O plantio é realizado em áreas anteriormente povoadas com espécies florestais independentemente do ambiente, predominando *Pinus Eliot*.

Figura 21: Floresta Ombrófila Mista Aluvial e Silvicultura



Fonte: Radan (2006) F. Ombrófila Mista Aluvial



Fonte: Oliveira, M. S. (2005) Silvicultura

b) Alta Vulnerabilidade

As áreas de alta vulnerabilidade subdividem-se em:

- **Estepe (Savana):** nestas áreas as plantas são submetidas a uma dupla estacionalidade, provocada pelas frentes frias polares e pelo curto período com déficit hídrico. Esta formação é composta por gramíneo-lenhosa originada das áreas pré-andinas com inserções de *Araucária angustifolia* e estratos herbáceos constituídos por graminóides intercalados com uma vegetação arbustiva (Floresta Nebular) adaptada ao ambiente local (Veloso, 1992 e Klein, 1978).
- **Agricultura:** é um conjunto de intervenções feitas pelo homem, para promover e desenvolver a produção de uma ou mais espécies vegetais (IBGE, 2006).

Figura 22: Estepe e Agricultura



Fonte: Radan (2006) Estepe



Fonte: Oliveira, M. S. (2005) Agricultura

c) Muito Alta Vulnerabilidade

As áreas, de Muito Alta Vulnerabilidade, abrangem os perímetros urbanos e as áreas rurais com altos estágios de degradação, onde foi atribuída a cor vermelha.

O quadro a seguir representa os percentuais em Km² e o grau de vulnerabilidade atribuído a cada classe definida na classificação.

Quadro 5 - Ocupação do solo e seu Grau Vulnerabilidade

Uso Ocupação	Características Ecodinâmicas	Valores de Vulnerabilidade	Grau de Saturação			Paleta de Cores	Áreas (km ²)	(%)
			R	G	B			
Muito Baixa	Mata Ombrófila Mista e Densa	1,3	0	115	94		546,83	51,77
Média	Floresta Aluvial	2,0	238	255	0		47,84	4,53
	Silvicultura	2,1	255	157	0		24,13	2,28
Alta	Campos Nativos	2,5	255	89	0		88,91	8,42
Muito Alta	Estepe Gaúcha	2,7	222	0	0		132,84	12,58
	Agricultura	2,8	204	0	0		16,06	1,52
	Área de Intervenção Antrópica	3,0	168	0	0		199,64	18,90

Fonte: Imagem Cbers INPE, 2005.

Mapa 4 - Mapa da Vulnerabilidade de Uso e Ocupação do Solo

6.1.5 Mapa de Vulnerabilidade Ecodinâmica

A vulnerabilidade ecodinâmica é o resultado de um relacionamento de planos de informações estruturados no ambiente Arcgis 9.1[®]. Este resultado é um relacionamento ponderado²⁶ da dinâmica dos solos, declividade, densidade de drenagem e do uso e ocupação do solo. Neste sentido, o mapa demonstra o grau de vulnerabilidade do ambiente à morfogênese, distribuídos em unidades homogêneas.

A dinâmica do ambiente Mapa de Vulnerabilidade Econômica aponta uma variação que vai da Baixa Vulnerabilidade à Muito Alta Vulnerabilidade. Estes ambientes são caracterizam-se pela da ocupação humana e fornecendo informações sobre a dinâmica do ambiente, com os resultados da restrição da ocupação, conservação e preservação da paisagem. Neste contexto, foram definidas quatro classes que procuram sintetizar o grau da vulnerabilidade da morfodinâmica do ambiente.

a) Muita Baixa Vulnerabilidade

Nestas unidades, a uma forte estabilidade na evolução do modelado, sendo imperceptíveis as mudanças provocadas pelos processos mecânicos, originários dos processos erosivos dos depósitos de rebaixamento. A ação da dinâmica fluvial é lenta em declives suaves, formados por cursos d'água meandantes compostas por relevos residuais denudados nos fundos dos vales. A cobertura vegetal é muito fechada e freia o desencadeamento dos processos mecânicos da morfogênese, que combina fatores morfogenéticos, e é definida pelos fitoecologistas como clímax. Os solos são maduros, profundos com uma textura variando entre argilosa a muito argilosa. Esta classe foi encontrada em números reduzidos nos fundos dos vales do Rio Soledade, Rio Invernadinha, Arroio do Cupim, Arroio do Açude, Córrego da Sepultura, Rio Irapua, Arroio do Alagado, Córrego Água Bonita, Arroio do Ipê, Arroio da Campina, Córrego Água Bonita, Arroio Campestre do Veado, Rio de Trás, Córrego João Ricardo, Rio Campo Nova, Rio Paraíso da Serra, Rio Ponte Alta, Rio Matador e Rio Barro Branco. Nestas unidades, é propício ao uso agrícola e a ocupação do território, onde deve ser respeitando a sustentabilidade do ambiente ecológico, ou seja, seu clímax.

²⁶ Ponderação: Ecodinâmica: [(solos)*(0,3)+(declividade)*(0,3)+(Densidade de Drenagem)*(0,20)+ (uso do solo)*(0,20)]

b) Baixa Vulnerabilidade

Estas unidades apresentam uma evolução muito lenta e dificilmente perceptível do modelado. Sua cobertura vegetal é densa, freando os processos de desencadeamento mecânico da morfogênese. A dessecação do solo é moderada e sem incisão violenta dos cursos d'água. Os solos com preponderância à pedogênese são solos maduros, profundos e muito argilosos. O relevo é plano e denudado nos fundos dos vales. No sistema morfogenético não ocorrem incisões violentas. Esta classe foi encontrada em números reduzidos próximo ao fundo dos vales do Rio Soledade, Rio Invernadinha, Arroio do Cupim, Arroio do Açude, Córrego da Sepultura, Rio Irapua, Arroio do Alagado, Córrego Água Bonita, Arroio do Ipê, Arroio da Campina, Córrego Água Bonita, Arroio Campestre do Veado, Rio de Trás, Córrego João Ricardo, Rio Campo Nova, Rio Paraíso da Serra, Rio Ponte Alta, Rio Matador e Rio Barro Branco. Nestas unidades, o uso agrícola e a ocupação do território podem ser consolidados, respeitando a sustentabilidade do ambiente ecológico.

c) Média Vulnerabilidade

A principal característica desta unidade é a transição entre o meio estável e instável, ou seja, um balanço entre as inferências morfogenéticas e pedogenéticas em um mesmo espaço. Este processo é pelicular e retira a parte superior do perfil pedológico, sob um efeito de ablação lenta, porém crônica, na parte superior do solo, enquanto prossegue o seu desenvolvimento em profundidade, onde o efeito morfodinâmico supera a pedogênese em rapidez. Assim, o efeito destas unidades é susceptível ao fenômeno da dinâmica natural, transformando-se em meios estáveis. Os solos destas unidades têm pouca profundidade e textura média e incipiente, assim como fragilidade ao processo de erosão. Estas unidades encontram-se, na grande maioria, em áreas de relevo ondulado, sendo uma fronteira entre os meios estáveis e instáveis próximos aos fundos dos vales, representando uma grande proporção do território do município de Bom Retiro – SC, encontrando-se em todas as suas Bacias Hidrográficas.

Vale ressaltar que nestas unidades a cobertura vegetal deve ser densa e os planos de manejo do ambiente devem ser aplicados, pois a intensificação de seu uso pode acelerar o processo de instabilidade do ambiente ecodinâmico.

d) Alta Vulnerabilidade

Nestas unidades a característica marcante é a ação da morfogênese, que exerce uma forte influência nos demais componentes do ecossistema analisado. Neste ambiente, as condições bioclimáticas são extremamente agressivas, pelo fato de apresentar uma forte deformação tectônica,

característica das regiões de montanhas. O modelado do relevo é irregular e apresenta fortes deformações, onde o processo de dessecação tem uma correlação direta com o efeito cinético dos cursos d'água sobre o solo. Os solos destas unidades são rasos e apresentam uma textura média argilosa, sendo suscetíveis aos efeitos da erosão. Estas unidades apresentam relevos acidentados, sendo uma fronteira entre a Média Vulnerabilidade nas encostas dos vales, representando uma grande proporção do território do município de Bom Retiro – SC, encontrando-se em todas as suas Bacias Hidrográficas.


















e) Muito Alta Vulnerabilidade

É a mais vulnerável das unidades, os efeitos da morfogênese sobre o ambiente são catastróficos com uma geodinâmica interna intensa. Estas unidades apresentam uma alta densidade de drenagem com uma baixa permeabilidade do solo, e estão situados nas cabeceiras das nascentes dos rios. Seus declives são acentuados e contêm as mesmas características mais dinâmicas Alta Vulnerabilidade. Esta classe foi encontrada em número reduzido nos relevos mais acidentados do Arroio Campestre do Veado, Rio de Trás, Rio Campo Novo, Rio Paraíso da Serra, Rio Ponte Alta, Rio Matador, Rio Barro Branco, Rio do Meio e Rio da Negrinha.

Os feitos erosivos são dinamicamente acelerados, onde a intervenção antrópica deve ser controlada com medidas extremas. O processo de recuperação destas unidades é difícil e muito lento, devendo-se tornar seu acesso restritivo a qualquer forma de exploração. Cabe ressaltar que estas unidades devem ser desapropriadas e transformadas em parques municipais, com forte fiscalização para manter o equilíbrio e a estabilidade do ecossistema.

O quadro representa os percentuais e a definição das áreas como suas respectivas classes de vulnerabilidade ecodinâmica.

Quadro 6 - Vulnerabilidade Ecodinâmica

Ecodinâmica	Vulnerabilidade Ecodinâmica	Valores de Vulnerabilidade	Grau de Saturação			Paleta de Cores	Áreas (km²)	(%)
			R	G	B			
Muito Baixa	Imperceptível a evolução do modelado	1,3	0	115	94		14,64	1,387
Baixa	Evolução do modelado é muito lenta.	1,4	0	115	44		99,26	9,405
		1,5	4	115	0		60,85	5,766
		1,6	98	255	0		92,63	8,778
		1,7	132	255	0		122,55	11,61
Média	A morfogênese e a pedogênese atuam no mesmo espaço	1,8	166	255	0		101,82	9,648
		1,9	204	255	0		109,90	10,41
		2,0	238	255	0		115,62	10,96
		2,1	255	157	0		111,72	10,59
		2,2	255	140	0		90,23	8,550
Alta	Morfogênese influencia nos demais componentes do ecossistema analisado	2,3	255	123	0		63,55	6,022
		2,4	255	106	0		40,28	3,817
		2,5	255	89	0		20,51	1,943
		2,6	240	0	0		8,37	0,793
Muito Alta	Morfogênese exerce efeitos catastróficos, onde a geodinâmica é interna intensa.	2,7	222	0	0		2,79	0,265
		2,8	204	0	0		0,58	0,055
		2,9	186	0	0		0,04	0,004

Fonte: Marcelo Santos Oliveira, 2006.

No resultado obtido no relacionamento dos planos de informação, verifica-se que o município de Bom Retiro - SC contém grandes variações altimétricas, uma grande quantidade de nascentes uma Floresta Ombrófila Mista marcante e exuberante. Na análise da vulnerabilidade ecodinâmica, a classe mais marcante e a média representando 50,15% do município, sendo sua dinâmica frágil e instável ao seu uso. As classes com uma vulnerabilidade muito alta estão localizadas próximas as cabeceiras das nascentes e nas áreas com relevo mais acidentado representando 3,42% do município. Ao nos referirmos às áreas de com a vulnerabilidade muito baixa, observa-se que são esparsas e distribuídas nos fundos dos vales com forte ação antrópica com uma área de 1,39 % do território.

Assim sendo, torna-se imprescindível formular políticas sólidas quanto ao uso do território municipal, ressaltando que a formulação de estratégias de uso do território, nestas unidades, deve ser conduzida com muita cautela e reflexão dos gestores municipais, na formulação de planos de manejo que visem a sustentabilidade do ambiente ecodinâmico.

Mapa 5 – Mapa de Vulnerabilidade Ecodinâmica

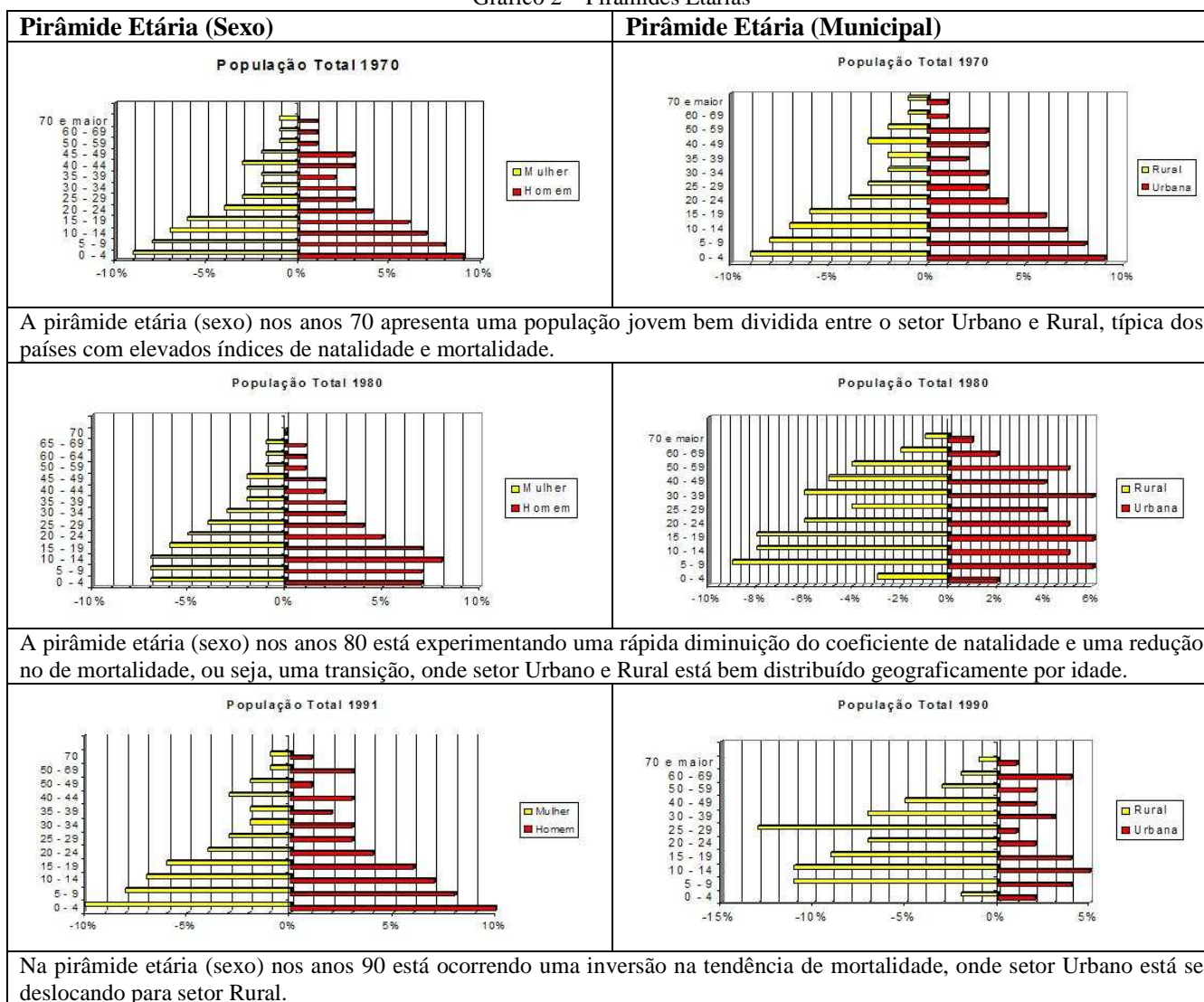
6.2 INDICADORES SOCIOECONÔMICOS

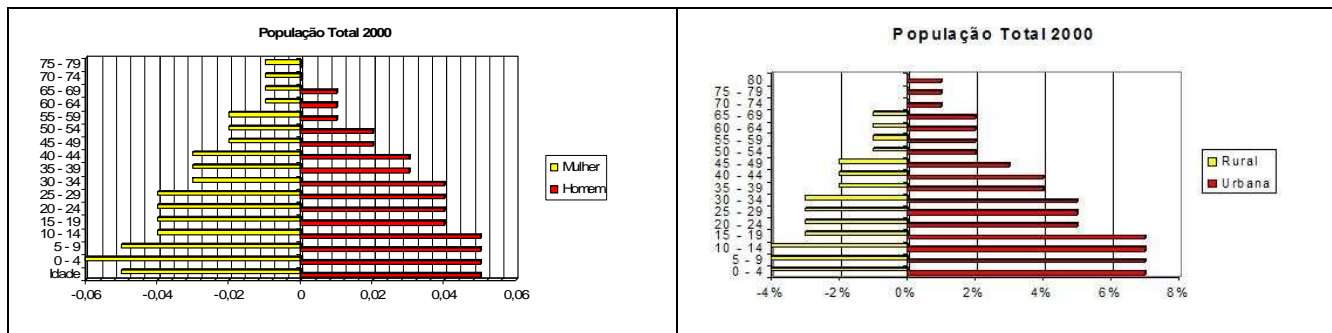
6.2.1 Mapa do Índice de Desenvolvimento Humano Municipal

a) Demografia (Séries Históricas)

O estudo demográfico analisa as tendências das evoluções e as transformações das populações residentes em determinado espaço geográfico no ano considerado, desde seu crescimento ao seu envelhecimento. Os Gráficos abaixo representam a dinâmica histórica da evolução da população de Bom Retiro – SC, masculina e feminina, rural e urbana.

Gráfico 2 – Pirâmides Etárias





A pirâmide etária (sexo) nos anos 2000 está experimentando uma rápida diminuição do coeficiente de natalidade e uma redução no de mortalidade, ou seja, uma transição, o destaque é o aumento nos anos de vida da população feminina na área urbana, onde houve uma reversão no setor rural que está se deslocando para o setor urbano.

Fonte: Series Históricas do Censo Demográfico do IBGE, 2006.

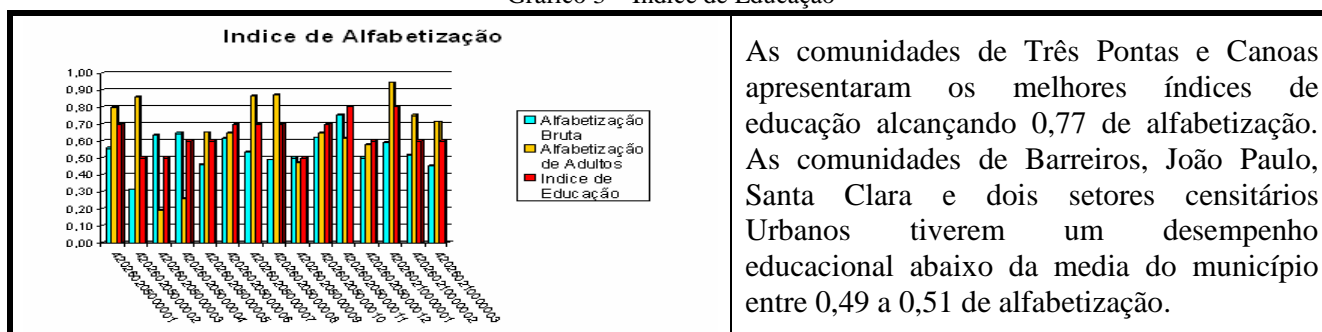
b) Variáveis analisadas na construção do IDH-M

Os dados aqui descritos são do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), do Censo Demográfico 2000 – Agregados de Setores Censitários dos Resultados do Universo. A estrutura do IDH – M baseou-se nos índices a seguir expostos.

Quantidade de moradores com número de banheiros em domicílios particulares permanentes mede a média de banheiros por habitantes em domicílios particulares permanentes. Este índice apresentou um nível de eficiência médio, nota-se que a quantidade de banheiros é insuficiente nos domicílios particulares permanentes.

A questão da educação é de extrema relevância, pois possibilita identificar áreas com carência educacional. O índice mede a realização relativa de alfabetização de adultos de 20 a 80 anos com um peso ponderado de dois terços. A taxa de escolaridade bruta é medida na faixa etária de pessoas alfabetizadas de 5 a 19 anos com um peso ponderado de um terço. O índice de eficiência apresentou duas classes: alto (0,77 a 0,66) e médio (0,63 a 0,51).

Gráfico 3 – Índice de Educação



As comunidades de Três Pontas e Canoas apresentaram os melhores índices de educação alcançando 0,77 de alfabetização. As comunidades de Barreiros, João Paulo, Santa Clara e dois setores censitários Urbanos tiveram um desempenho educacional abaixo da media do município entre 0,49 a 0,51 de alfabetização.

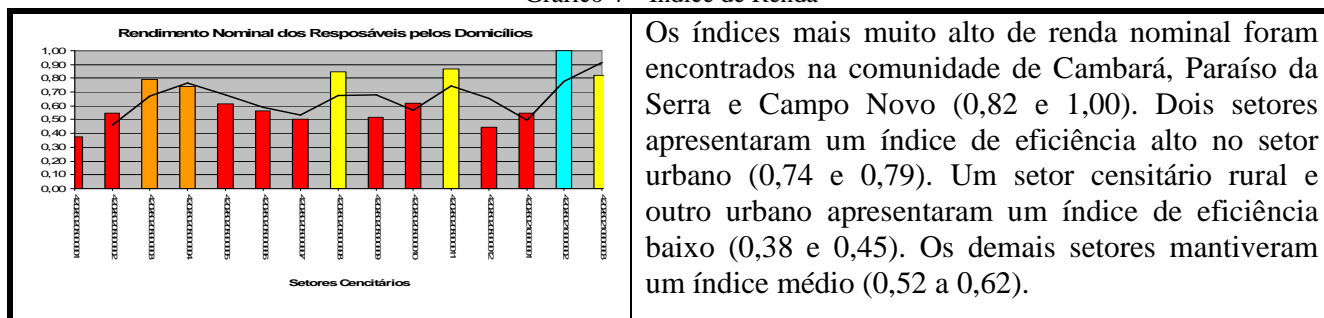
Fonte: Marcelo Santos Oliveira, 2006.

Os anos de estudo dos responsáveis pelos domicílios expressa a taxa de escolaridade média (anos de estudo) em relação ao total quantificado na divisão censitária municipal. De modo geral o município apresenta um índice de eficiência baixo (0,08 a 0,20).

O nível de escolaridade relaciona em que série foi concluída com aprovação o grau de estudo dos responsáveis pelos domicílios em uma análise horizontal. O nível de eficiência apresentou-se médio a baixo variando entre 0,13 a 0,29 em todos os setores censitários.

O rendimento nominal dos responsáveis pelos domicílios expressa o percentual de pessoas responsáveis pelos domicílios que auferiram renda em um contingente populacional. O gráfico abaixo se refere ao percentual de renda auferidas pelos responsáveis pelos domicílios em forma de índice e representa a situação econômica por setor censitário.

Gráfico 4 – Índice de Renda



Fonte: Marcelo Santos Oliveira, 2006.

O índice abastecimento de água mede quantos domicílios, terrenos ou propriedades estão ligados ao abastecimento de água. Todos os setores censitários apresentam um índice de eficiência médio alto de abastecimento de água (0,78).

O índice coleta de lixo representa o destino dado aos resíduos sólidos coletados. O índice apresentou um índice de eficiência baixo em todos os setores censitários (0,17 a 0,28).

O tratamento de resíduos líquidos avalia a forma de esgotamento sanitário nos domicílios com residentes. O índice de eficiência apresentou-se alto (0,74 a 0,63) no setor urbano, onde se conclui que não há no município nenhuma forma de tratamento de esgotamento sanitário. Em quatro setores rurais o índice apresentou um nível baixo (0,30 a 0,33), sendo que nos demais setores rurais o índice apresentou-se baixo (0,20 a 0,29).

A medida de participação segundo o gênero mede o poder relativo das mulheres em termos de sua participação como pessoas responsáveis pelos domicílios. O índice apresentou um índice de

eficiência baixo a médio variando entre 0,31 a 0,45, que representa a atuação da mulher em 14 setores censitários. Apenas um setor apresentou um índice baixo (0,30) à representatividade da mulher com responsável pelos domicílios

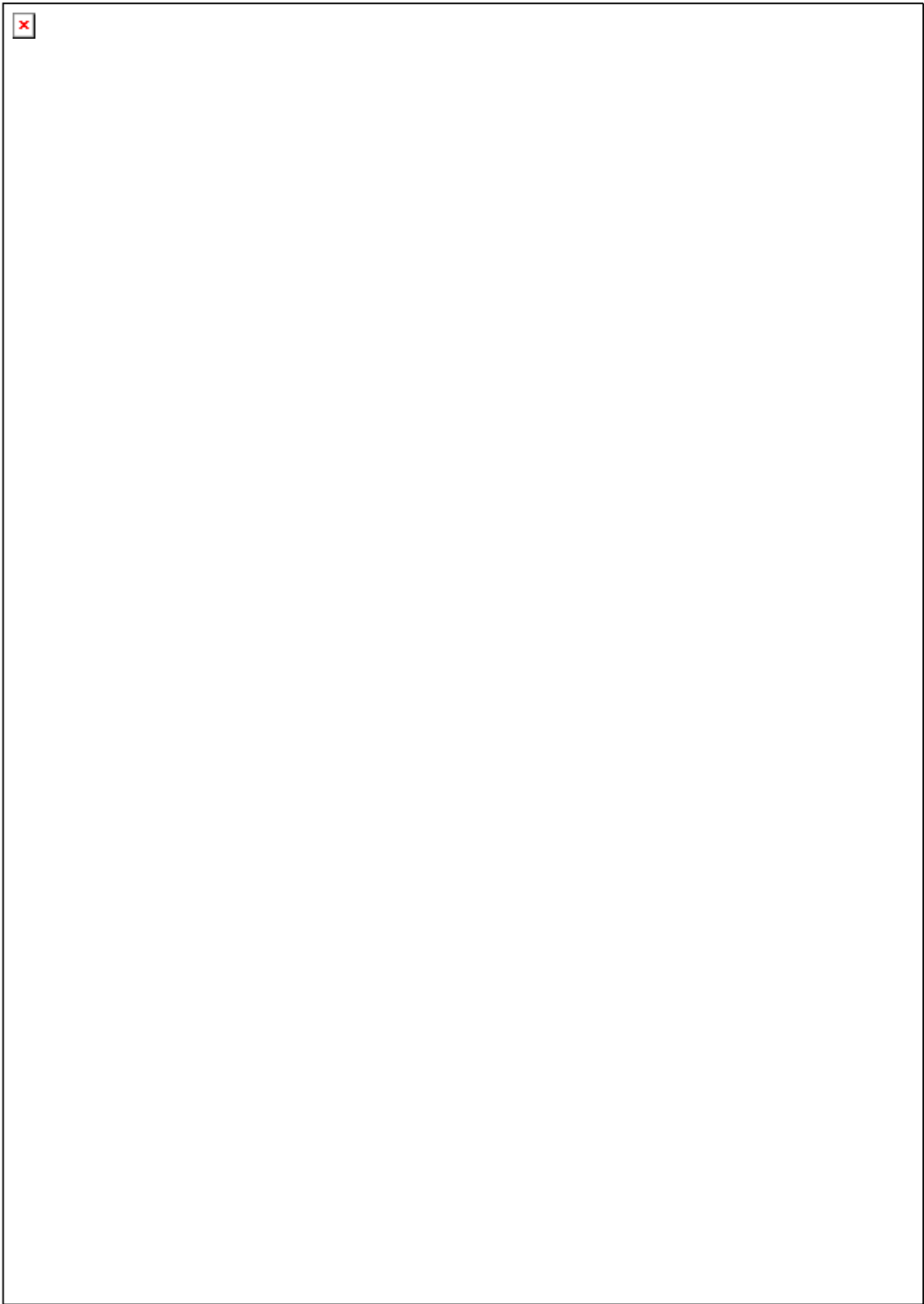
c) Combinação dos Indicadores do IDH-M

Para visualizar o desempenho dos indicadores, o IDH-M em cada setor censitário abordou detalhadamente os aspectos sociais, econômicos e ambientais de Bom Retiro – SC, onde foram avaliados os indicadores de renda, alfabetização, escolaridade, saneamento básico e a medida de participação segundo o gênero dos diferentes setores censitários do município.

Vale ressaltar que os registros estatísticos de cada setor censitário trazem informações que fornecem um perfil micro local, o que permite atribuir uma nota de pior a melhor.

O resultado do relacionamento dos planos de informação apresentou um índice Alto a Médio nos 15 setores censitários. Para buscar uma equidade na padronização destes índices com a ecodinâmica, criou-se uma tabela de compensação variando de 1 para o melhor resultado a 3 para o pior resultado.

Para a gestão pública municipal o estudo do IDH-M é um documento que poderá iniciar a implantação de políticas públicas para reduzir as disparidades sociais dentro do município.



6.3 RELAÇÃO ENTRE INDICADORES AMBIENTAIS E SOCIOECONÔMICOS

6.3.1 Mapa de Desenvolvimento Sustentável e Áreas Vulneráveis Ocupadas















Com a finalidade de tornar comparáveis os resultados obtidos nos relacionamentos, o modelo de avaliação do grau de desenvolvimento sustentável integrou em um único mapa variáveis sociais, econômicas e ambientais. Para tanto, o modelo apoiou-se em um sistema de informações geográficas, orientado à decisão, com critérios de avaliação física e socioeconômica.

Na definição destas unidades de sustentabilidade, utilizou-se no relacionamento um critério de ponderação de 0,70 para a vulnerabilidade ecodinâmica e 0,30 para o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal. Estes critérios adotados basearam-se na ênfase e na preocupação da humanidade na questão ambiental, e na pequena variação do índice de desenvolvimento humano. Para atender à proposta deste mapa, utilizaram-se quatro classes que agregam a dinâmica, o grau de desenvolvimento sustentável e as áreas vulneráveis ocupadas. As classes são:

- a) Desenvolvimento Baixo:** Nestas unidades, predominam a média vulnerabilidade ecodinâmica e em algumas áreas esparsas entre a baixa vulnerabilidade apresentando um médio índice de desenvolvimento e relevos acidentados.
- b) Desenvolvimento Médio:** As principais características destas unidades e a baixa vulnerabilidade ecodinâmica, onde o índice de desenvolvimento é alto devido ao alto nível de escolaridade e renda. Estas unidades localizam-se no fundo dos vales e em áreas com relevo pouco ondulado.
- c) Desenvolvimento Alto:** Estas classes ficaram esparsamente especializadas nos fundos dos vales e em áreas planas, apresentando uma baixa vulnerabilidade ecodinâmica. O índice de desenvolvimento humano é alto nestas onde se destaca as sedes dos grandes latifúndios rurais principalmente pela cultura da maçã e uva para produção de vinho.
- d) Áreas Vulneráveis Ocupadas:** Áreas vulneráveis ocupadas foi o resultado da soma entre as áreas de muito alta vulnerabilidade ecodinâmica com a de muito alta vulnerabilidade de ocupação do solo. Esta análise contribuiu para criar uma proposta de manejo sustentável de ocupação territorial, identificando as ocupações que afetam a sustentabilidade do ambiente ecológico e ambiental do município.

O quadro representa os percentuais e a definição das áreas com suas respectivas classes de avaliação de desenvolvimento sustentável e a determinação das áreas vulneráveis ocupadas.

Quadro 7 - Desenvolvimento Sustentável e Áreas Vulneráveis Ocupadas

Classes	Desenvolvimento Sustentável	Valores de Vulnerabilidade	Grau de Saturação			Paleta de Cores	Áreas (km ²)	(%)
			R	G	B			
Alto	Vulnerabilidade Ecodinâmica baixa com um alto IDH-M	1,4	0	115	44		0,14	0,013
		1,5	4	115	0		81,24	7,705
		1,6	98	255	0		96,4	9,133
		1,7	132	255	0		154,3	14,633
Médio	Vulnerabilidade Ecodinâmica média é esparsamente alta associada a um IDH-M médio	1,8	166	255	0		151,74	14,390
		1,9	204	255	0		169,98	16,120
		2,0	238	255	0		160,89	15,258
		2,1	255	157	0		124,15	11,760
		2,2	255	140	0		75,36	7,147
Baixo	Vulnerabilidade ecodinâmica alta a média com um médio IDH-M.	2,3	255	123	0		30,89	2,929
		2,4	255	106	0		6,31	0,597
		2,5	255	89	0		0,11	0,009
		2,6	240	0	0		0,01	0,001
Áreas Vulneráveis Ocupadas	Áreas de alta vulnerabilidade ecodinâmica ocupadas	> 3,0	140	0	0		3,2	0,303

Fonte: Marcelo Santos Oliveira

No resultado obtido no relacionamento dos planos de informação, verifica-se que o município de Bom Retiro - SC varia de grau de desenvolvimento sustentável, em 92,18 % de seu território. Neste contexto, torna-se imprescindível um olhar cauteloso da gestão pública municipal na formulação de políticas públicas que amparem a sustentabilidade territorial como um todo, e que conduza um manejo nas áreas ao uso vulneráveis.

Cabe ressaltar que o município necessita de estratégias sólidas de uso do seu território que visem a sustentabilidade social, econômica e ambiental.

Mapa 6 – Mapa de Desenvolvimento Sustentável e Áreas Vulneráveis Ocupadas

7. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

7.1 CONCLUSÕES

Ao materializar os procedimentos metodológicos adotados na pesquisa, constatou-se a vantagem da adequação do Sistema de Informações Geográficas como ferramenta para orientar estudos ligados às questões ambientais e socioeconômicas. O método adotado na pesquisa fornece aos municípios o conhecimento das dinâmicas do ambiente e permite realizar a avaliação da sustentabilidade econômica, social e ambiental.

A reflexão abordada na pesquisa a respeito da sustentabilidade municipal fundamentou-se em amparar o planejamento territorial com diagnósticos que transmitam uma realidade local focada em cada unidade ambiental e socioeconômica analisada e caracterizada. Outro elemento contemplado na pesquisa foi a elaboração de um modelo estratégico de avaliação, que incorpore a realidade do município e as deficiências financeiras características.

As principais conclusões assimiladas após a execução da pesquisa estão a seguir relacionadas:

- a) O estudo ecodinâmico permitiu avaliar e relacionar os elementos que compõem o ecossistema comparativamente entre seus diversos componentes. Assim, o estudo da dinâmica do ambiente está estreitamente relacionado às atividades humanas e ao processo de instabilidade do meio;
- b) O geoprocessamento foi eficiente na identificação da vulnerabilidade do ambiente, onde os elementos solo, declividade, densidade de drenagem e uso e ocupação do solo auxiliaram decisivamente na avaliação das ações antrópicas e socioeconômicas visando dar suporte a tomada de decisão;
- c) O Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDH-M) comprovou que o município de Bom Retiro - SC apresenta um índice variando entre alto a médio grau de desenvolvimento socioeconômico, e necessita de atenção estratégica para com o seu território, por parte da administração pública, nas esferas municipal, estadual e federal;
- d) A avaliação do grau de desenvolvimento sustentável municipal integrou sinteticamente variáveis sociais, econômicas e ambientais, comprovando que o processo de ocupação humana deve ser revisto e planejado estrategicamente;

- e) O relacionamento de variáveis ambientais e socioeconômicas é um processo complexo porque estas variáveis não se relacionam de uma forma linear. No entanto, o método utilizado apresentou resultados que possibilitaram a avaliação do desenvolvimento sustentável do município;
- f) Na identificação das áreas vulneráveis ocupadas, é imprescindível um olhar cauteloso da gestão pública municipal no sentido de estabelecer um manejo equilibrado com políticas públicas que visem a sustentabilidade deste ambientes;
- g) O método mostrou-se eficiente para municípios no que diz respeito à tomada de decisão nas questões ambientais e socioeconômicas.

7.2 RECOMENDAÇÕES PARA FUTUROS TRABALHOS

- a) Integrar variáveis socioeconômicas espacializadas (propriedades) levantadas pelos órgãos públicos estaduais utilizando a técnica da krigagem.
- b) Aplicar os resultados da presente pesquisa na implantação de um processo de gestão sustentável do território.
- c) Disponibilizar as informações em *web mapservice* para facilitar o acesso das informações à população.
- d) Recomenda-se a parcerias com Universidades, organizações públicas e ONGs, fortalecendo a gestão municipal através do auxílio de pessoal especializado no processo de apoio à decisão e na formulação de políticas públicas orientadas a sustentabilidade municipal.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUILO, M.A. et al. **Guia para la Elaboracion de Estúdios del Médio Físico: Contenido y Metodologian.** Ministerio de Obras Publicas y Urbanismo: Madri, 1984.

ALIER, Martines J. **Introduccion a la Economia Ecológica.** Espana: Liberduplex, S.L. 1999

AMURES (Associação dos Municípios da Região Serrana). **Plano Básico de Desenvolvimento Ecológico-Econômico.** Secretaria de Estado do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente do Estado de Santa Catarina: Florianópolis, 1999.

ANDERSEN, João Fernando, Universidade Federal de Santa Catarina. **Os indicadores sociais como instrumento de promoção do desenvolvimento intramunicipal.** Florianópolis, 2004. 147 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção.

ARONOFF, S. 1991. **Geographic information systems: a management perspective.** WDL publications. Ottawa, Canada. 294p.

ATLAS climatológico do estado de Santa Catarina. Florianópolis: EPAGRI, 2002. 1 CD-ROM

BECKER, B. K. ; Egler, C. A. G. **Detalhamento da metodologia para execução do zoneamento ecológico-econômico pelos estados da Amazônia Legal.** Rio de Janeiro/Brasília, (SAE-MMA), 1996.

_____, B. K. A. **Geografia e o Resgate da Geopolítica.** Revista Brasileira de Geografia, Ano 50, vol 2, IBGE, Rio de Janeiro. 1988.

_____, Bertha K.. **Modernidade e gestão do território no Brasil:** da integração nacional à integração competitiva. Espaço e Debates. São Paulo, nº 31, p. 47-56, 1991.

BELLEN, Hans Michael van. **Indicadores de sustentabilidade:** uma análise comparativa. 2002. 220 f. Tese

_____, Hans Michael van. **Indicadores de sustentabilidade:** uma análise comparativa. Florianópolis Caminhos para o desenvolvimento sustentável. Rio de Janeiro: FGV, 2005. 41-72 p.

BERALDO P.; SOARES S. M. **GPS Introdução e Aplicações Práticas.** Brasília: Editora e Livraria Luana Ltda, 1995.

BERRY, J.K. **Fundamental operations in computer-assisted map analysis.** International Journal of Geographical Information Systems, v.1, n.2, p.119-136, 1987.

BEZERRA Maria do Carmo. 2a. **Reunião do Grupo de trabalho do CONAMA sobre indicadores de cumprimento e aplicação de normas ambientais**. Brasília, 27 de outubro de 2004. 6. <www.mma.gov.br/port/conama/reuniao/dir566/Ata2oGTNorma.doc> . Acesso em: 10 de outubro de 2005.

_____, Maria do Carmo de Lima e FERNANDES, Marlene Allan (organizadoras). **Cidades sustentáveis: subsídios à elaboração da Agenda 21**. Brasília, MMA/Ibama, 2000.

BIGARELLA, J. J. **Estrutura e Origem das Paisagens Tropicais e Subtropicais**. Editora da UFSC: Florianópolis, 2003.

BRASIL, Ministério da Integração Nacional. (2005). **Para pensar uma Política Nacional de Ordenamento Territorial**. Anais da Oficina sobre Política Nacional de Ordenamento Territorial. Brasília: Min

_____, Ministério da Integração Nacional. (2006) **Documento base para a definição de uma Política Nacional de Ordenamento Territorial - PNOT**. Anais da Oficina sobre política nacional de ordenamento territorial. Brasília: MIn.

BRASIL. Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997. **Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos**, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989.

Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 09 de jan. de 1997.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de políticas para o Desenvolvimento Sustentável. **Agenda 21 e a Sustentabilidade das Cidades**. Brasília, 2002. (Caderno de debate e sustentabilidade. Agenda 21).

BURITY; Edilce Figueiredo. **Procedimentos para Verificação e Determinação de Limites Intermunicipais Conflitantes**. Geodésica On-Line, Florianópolis, 09 de setembro de 2006. Disponível em http://geodesia.ufsc.br/Geodesia-online/arquivo/cobrac_2006/024.pdf#search=%22Divis%C3%A3o%20Pol%C3%ADtica%20e%20Administrativa%20%22

BURGESS, T.M., WEBSTER, R. Optimal interpolation and isarithmic mapping of soil properties, 1. The semi-variogram and punctual kriging. J. Soil Sci., v. 31, p. 315-331, 1980.

BURROUGH, P. A. **Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment**. Oxford University Press, New York, 1994.

CALLADO, RICARDO; Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental. **Utilização do geoprocessamento para determinação de unidades ecodinâmicas: subsídios ao planejamento ambiental**. Florianópolis, 2003. 127 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental.

CÂMARA Gilberto, et al. **Análise Espacial de Dados Geográficos**. São José dos Campos, INPE, 2003 - on-line (3a. edição, revista e ampliada). Dezembro 2004. <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/tutoriais/analise/> Acesso: 27/07/2006

CAMARA NETO, Gilberto. **Geoprocessamento para Projetos Ambientais**. 1995

_____, G.: **Anatomia de sistemas de informações geográficas, visão atual e perspectivas de evolução**. In: Sistemas de informações geográficas e suas aplicações na agricultura, Brasília, DF, 1993. 37-59 p.

CAMARGO, Aspásia, CABOBIANCO P. R., João, OLIVEIRA, A. P. José. **Meio Ambiente Brasil: avanços e obstáculos pós-Rio-92**. Rio de Janeiro, Fundação Getúlio Vargas, 2002.

CAMARGO, E. C. G. **Desenvolvimento, implementação e teste de procedimentos geoestatísticos (krigagem) no Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas (SPRING)**. São José dos Campos, 1997. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/teses/eduardo>. Acesso em: 20 set. 2003.

CAVALCANTI, Clóvis. (Org.) et. al. **Desenvolvimento e natureza: estudos para uma sociedade sustentável**. 3. ed. São Paulo: Cortez, 2001.

CHRISTOFOLETTI, Antonio. **Modelagem de Sistemas Ambientais**. E.Blücher, São Paulo. 1999.

COSTANZA, R., CUMBERLAND, J., DALY, H., GOODLAND, R. E NORGAARD, R. 1997 - **An introduction to ecological economics**. Boca Raton, Florida, St. Lucie Press, International Society for Ecological Economics – ISEE, 275 p.

CREPANI, Edison; MEDEIROS, José Simeão; HERNADEZ Fº., Pedro; FLORENSANO, Teresa Gallotti; DUARTE, Valdete; BARBOSA, Cláudio Clemente. **Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento aplicados ao Zoneamento Ecológico-Econômico e ao Ordenamento Territorial**. INPE, São José dos Campos, 2000.

DIAS, Francisco C. **O indicador coincidente para a economia portuguesa: uma avaliação histórica dos seus dez anos de existência**. Boletim Econômico. Portugal. Ed: Banco de Portugal Setembro 2003. http://www.bportugal.pt/publish/bolecon/docs/2003_3_2_p.pdf Acesso: 10/05/2006

DIAS, N. W. **Contribuições do Sensoriamento Remoto para a Compreensão da Complexidade Ambiental**. In: Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia, Brasil, 16-21 abril 2005, INPE, p. 2949-2956

DUARTE, Ana Tereza Sotero. **O ordenamento Territorial como base para uma nova Política de Desenvolvimento Regional para o Semi-árido**. Consultoria Legislativa da Câmara dos Deputados. Brasília, DF, fevereiro de 2002, acessado em 03/06/05.

EASTMAN, J.R. 1998 Idrisi for Windows: **Introdução e Exercícios Tutoriais**. Editores da versão em português Heinrich Hasenack e Eliseu Weber. Porto Alegre, UFRGS. Centro de Recursos Idrisi.

El-Khatib. **Historia de Santa Catarina**. Curitiba: Grafipar, 1970- I.

EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento n° 46 – Solos do Estado de Santa Catarina**. EMBRAPA Solos: Rio de Janeiro, 2004.

_____, (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). **Mapa de Solos do Estado de Santa Catarina**. Rio de Janeiro, 2004. CD-ROM.

_____, (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Editora Embrapa: Brasília, 1999.

EPAGRI (Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina) **Atlas Climatológico do Estado de Santa Catarina**. Florianópolis, 2002. CD-ROM

_____, (Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina). **Base Cartográfica do Estado de Santa Catarina**. Disponível em www.epagri-sc.br . Acessado em 05 de agosto de 2005

FBDS. Fundação Brasileira de Desenvolvimento Sustentável. **Gestão Territorial**. www.fbds.org.br/rubrique.php3?id_rubrique=17 Acesso em 23/04/2005

FERNANDES, Edésio. **Responsabilidade Territorial**. Artigo extraído do Boletim Eletrônico do IRIB n° 1414 de 12/11/2004. URL:<http://www.irib.org.br/salas/boletim>, acessado em 12/09/2006.

FRANCO, M. A. R. **Planejamento ambiental para a cidade sustentável**. São Paulo: Annablume: FAPESP, 2000. 296p.

FURLAN, Sueli Ângelo. **Ordenamento Ecológico e Econômico do Território: a geografia socioambiental**. Red Latinoamericana del información en Ordenamiento Territorial. Mesa Redonda: Geografía Física y Ordenamiento Ecológico del Territorio. Organizador: Dr. Gerardo Bocco . http://reliot.ine.gob.mx/brasil_res.html. Acessado em 01/06/2005.

GARCIA, Gilberto J. (Gilberto Jose). **Sensoriamento remoto: princípios e interpretação de imagens**. São Paulo: Liv. Nobel, 1982. 357p.

GEORGESCU – ROEGEN, Nicholas. (1989) **La ley de la entropía y el problema económico In: DALY, Herman E. (Comp.) (1989. Economía, ecología, ética – Ensayos hacia una economía en estado estacionario**. México: Fondo de Cultura, 1989.

GOMES, Maria L. et al. **Proposta para um Sistema de Indicadores de Desenvolvimento Sustentável**. Portugal: Ministério do Ambiente e Ordenamento do Território, 2000. 228 p.

GUERRA, Antonio José Teixeira e Cunha, Sandra Baptista de. **Geomorfologia e meio ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 4º ed, 2003.

GUIMARÃES, R. P. **O novo padrão de desenvolvimento para o Brasil: interrelação do desenvolvimento industrial e agrícola com o meio ambiente**. In: VELOSO, J. R. dos R. (org.). *A ecologia e o novo padrão de desenvolvimento no Brasil*. São Paulo: Nobel, 1992.

HAUWERMEIREN, Saar Van. **Manual de Economia Ecológica**. Instituto e Ecología Política, Santiago, 1998.

HOGAN, Daniel Joseph; VIEIRA, Paulo Freire. **Dilemas socioambientais e desenvolvimento sustentável**. 2. ed. Campinas, SP: UNICAMP, 1995. 234p.

HURN J. **GPS Um guia para a próxima utilidade**. Estados Unidos: Trimble 1989.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico 2000** – agregados de setores censitários dos resultados do universo. Rio de Janeiro, Jul. 2002. CD ROM.

_____, (Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Manual Técnico de Uso da Terra**. IBGE, 2006.

_____, 2000. **CENSO Demográfico do ano 2000**. Rio de Janeiro: IBGE, Rio de Janeiro.

_____. **Indicadores Sociais**: Relatório 1979. Rio de Janeiro: IBGE, 1979.

IICA/MI. **Para Pensar uma Política Nacional de Ordenamento do Território**, Brasília. 2005.

INSTITUTO CEPA/SC (Instituto de Planejamento e Economia Agrícola de Santa Catarina). **Síntese Anual da Agricultura de Santa Catarina**. Instituto CEPA/SC: Florianópolis, 2004.

JANNUZZI, Paulo de Martino. **Indicadores sociais no Brasil**: conceitos, fontes de dados e aplicações. 3 ed. Campinas: Alínea, 2004. 141p

JR. PHILIPPI, Arlindo et al. **Curso de Gestão Ambiental**. Barueri, São Paulo: Manole, 2004.

JUAN, G. & GARCÍA, S. **Turismo y Sustentabilidad. El Periplo Sustentable**. Directorio 2. Universidad Autónoma del Estado de México. México. Disponível em: www.uaemex.mx/plin/psus/rev2/b05.html Acesso em 19/01/2005.

KITANIDIS, P.K. e Vomvoris, E.G. **A geostatistical approach to the inverse problem in groundwater modeling (steady state) and one dimensional simulations**. Water Resources Research, v.19, n.3, p.677-690, 1983.

KLEIN, R. M. **Mapa Fitogeográfico do Estado de Santa Catarina**. IODESC: Itajaí, 1978.

KRAEMER, M. E. P. **Gestão ambiental: um enfoque no desenvolvimento sustentável.** Available: www.gestaoambiental/recebidos/maria_kraemer_pdf/pdf.php. [jan. 2005].

LAJAUNIE, C.A. **A geostatistical approach to air pollution modelling.** In: Geostatistics for Natural Resources Characterization, ed. A.G. Journel e A. Marechal, 1984, p.877-891.

LANNA, A. E. Instrumentos de **gestão ambiental: métodos de gerenciamento de bacias hidrográficas.** Brasília: IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, 1994.

_____, A. E. **Introdução à gestão ambiental e à análise econômica do ambiente.** Instituto de Pesquisas Hidráulicas. UFRGS. Porto Alegre, 1996.

_____, Antonio E. L. e CÂNEPA, Eugênio M. **O Gerenciamento de bacias hidrográficas e o desenvolvimento sustentável: uma abordagem integrada.** Porto Alegre: Ensaios FEE, (15) 1: 269-282, 1994.

_____, Antonio E. L. **Gerenciamento de Bacia Hidrográfica: aspectos conceituais e metodológicos.** Brasília: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), 1995.

LAURENTI, Ruy. **Estatísticas de Saúde.** São Paulo: EPU, 1987

LAVINAS, Lena, Garcia, Eduardo Henrique, Amaral Marcelo Rubens do. **Desigualdades Regionais: Indicadores Socioeconômicos nos Anos 90.** Rio de Janeiro. 1997. ed: IPEA. <www.ipea.gov.br/pub/td/td0460.pdf>

LEPSCH, I. F. **Manual para Levantamento Utilitário do Meio Físico e Classificação de Terras no Sistema de Capacidade de Uso.** Sociedade Brasileira de Ciência do Solo: Campinas, 1983.

MACIEL JR., Paulo. **Zoneamento das Águas.** Belo Horizonte: RC Editora, 1ª edição, 2000, 112 p.

MAIMON, Dália. **Passaporte verde – gestão ambiental e competitividade.** Rio de Janeiro: Qualitymark, 1996.

MEDEIROS, J. D. et al. **Proposta de Criação de Unidade de Conservação de Proteção Integral, na Categoria de Parque Nacional, na Região de Campo dos Padres – Estado de Santa Catarina – Relatório Técnico.** Ministério do Meio Ambiente: Brasília, 2006.

MEIRELLES, M. S. P.; BECKER, B.; EGLER, C.; SANTOS, Ubiratan Porto dos; MIRANDA, M.; BRAGANCA, P. C. O. E. . **Metodologia para Elaboração do Zoneamento Ecológico-Econômico em Áreas com Grande Influência Antrópica.** Rio de Janeiro: Embrapa Solos. Copyright 1999, 1999 (CD Rom).

MEYER, M. M. **Gestão ambiental no setor mineral: um estudo de caso.** Dissertação de Mestrado em Engenharia da Produção – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

MONICO J. F. G. **Posicionamento pelo NAVSTAR- GPS Descrições, fundamentos e aplicações.** São Paulo: Editora UNESP 2000.

MOTTA, Ronaldo S. (1990). **Análise de Custo-Benefício do Meio Ambiente.** In: MARGULIS, R. (Ed.) Meio Ambiente: Aspectos Técnicos e Econômicos. Rio de Janeiro: IPEA, 1990.

_____, Ronaldo Seroa da. **Indicadores Ambientais no Brasil:** Aspectos Ecológicos, de Eficiência e Distributivos. Texto para Discussão. Rio de Janeiro: IPEA, 1996, 104 p.

_____, Ronaldo Seroa da. **Economia Ambiental.** Rio de Janeiro: Editora FGV, 2006

MULLER, Charles C. **O Debate dos Economistas sobre a Sustentabilidade** – Uma Avaliação sob a Ótica da Análise do Processo Produtivo de Georgescu-Roegen. Estudos econômicos. São Paulo: FEA/USP.Vol.35.27p. www.econ.fea.usp.br/novosite/publicacoes/estudos_economicos/35_4/mueller.pdf. Acesso em 15 de Fevereiro de 2005.

NOSSO futuro comum. 2a ed. Rio de Janeiro: Ed. da Fundação Getulio Vargas, 1991. 430p

NOVAES, Washington (Coord.). **Agenda 21 Brasileira:** bases para discussão. Brasília: Ministério do Meio Ambiente / Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento, 2000. 192 p.

NOVO, Evelyn M. L. de Moraes. **Sensoriamento Remoto:** princípios e aplicações. Editora Edgard Blücher, 2ª Edição, São Paulo, São Paulo, 1995.

OCDE (1993). **Draft Synthesis Report, Group on State of the Environment Workshops on Indicators for Use in Environmental Performance Reviews.** Doc ENV/EPOC/SE (96. Organisation for Economic Co-operation and Development, Paris.

ODUM, Eugene Pleasants. **Ecologia.** Rio de Janeiro: Ed. Guanabara, c1988. 434p.

OLIVEIRA, José Antonio (orgs). **Meio Ambiente no Brasil,** Rio de Janeiro, FGV,2002

PIRES DO RIO, Gisele A. e EGLER, Cláudio A. G. **O novo mapa institucional: o papel das agências reguladoras na gestão do território.** In: Anais do 5º Encontro Nacional da ANPEGE, Florianópolis–SC, 2003 (813-820).

PNUD. Informe sobre Desarrollo Humano 2005. **La cooperación internacional ante una encrucijada ayuda al desarrollo, comercio y seguridad em un mundo desigual.** Publicado para el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). Ediciones Mundi-Prensa. 418 p. < <http://www.pnud.org.br/rdh/>> Acesso 10/03/2006

QUIROGA, Rayén M. **Indicadores de sostenibilidad ambiental y de desarrollo sostenible: estado del arte y perspectivas**. División de Medio Ambiente y Asentamientos Humanos. Manuales 16. Santiago: Cepal 2001. 116 p

RADAM (Extinto RADAMBRASIL, atualmente responsabilidade do IBGE). **Levantamento de Recursos Naturais** – Volume 35. IBGE: Rio de Janeiro, 2006.

RAFFESTIN, Claude. **Por uma geografia do poder**. São Paulo: Ática, 1993. (Série Temas, v. 29, Geografia e política).

RESENDE, M. Pedologia: **Base para Distinção de Ambientes**. NEPUT: Viçosa, 2002.

RESIT AKCAKAYA, H. **Conservation and Management for Multiple Species: Integrating Field Research and Modeling into Management Decisions**. Environmental Management Vol. 26, Supplement 1, pp. S75–S83. SPRINGER-VERLAG NEW YORK INC., 2000

RICKLEFS, Robert E. **A economia da natureza**. 5.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001. 503p.

ROMEIRO, A. R. **“Economia ou Economia Política da Sustentabilidade”** in MAY, P.& LUSTOSA, M.C. & VINHA, V. Economia do Meio Ambiente. Rio de Janeiro: Campus, 2003.

_____, Ademar Ribeiro, **Globalização e Meio-ambiente**, texto Discussão IE/UNICAMP, nº 91, 1998

ROSA, Roberto. **Introdução ao Sensoriamento Remoto**. Editora da Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, Minas Gerais, 1990.

SACHS, Ignacy. **Caminhos para o desenvolvimento sustentável**. 2. ed Rio de Janeiro: Garamond, 2002. 95p

_____, Ignacy. **Desenvolvimento** : includente, sustentável, sustentado. Rio de Janeiro: Garamond, 2004.

_____, Ignacy. **Desenvolvimento sustentável**. Série meio ambiente em debate, 7. Brasília: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, 1996.25 p. 25

_____, Ignacy. **Ecodesenvolvimento**: crescer sem destruir. São Paulo: Vertice, 1990.207p.

_____, Ignacy. **Estratégias de transição para o século XXI**: desenvolvimento e meio ambiente. São Paulo: Studio Nobel: Fundap, 1993. 103p.

_____, Ignacy. **Estratégias de transição para o século XXI**: desenvolvimento e meio ambiente. São Paulo. Studio Nobel/Fundap, 1993.

SÁNCHEZ DALOTTO, Roque Alberto. **Estruturação de Dados como Suporte à Gestão de Manguezais utilizando Técnicas de Geoprocessamento**. Tese de Doutorado do PPGECC da UFSC. Área de Cadastro Técnico Multifinalitário e Gestão Territorial. Florianópolis, SC, 2003. p. 209, 219.

_____, Roque Alberto. **Sensoriamento remoto em ambientes marinhos abrigados: técnicas alternativas de geoprocessamento**. Tubarão: Unisul, 2006

SANTA CATARINA; Gabinete de Planejamento e Coordenação Geral. **Atlas de Santa Catarina**. Florianópolis: GAPLAN/SUEGI; Rio de Janeiro: Aerofoto Cruzeiro, 1986. 173p.: il., mapas.

SANTOS, Rozely Ferreira dos. **Planejamento Ambiental: Teoria e Prática**. São Paulo: Oficina de Textos, 2004

SIENA, Osmar; Universidade Federal de Santa Catarina. **Método para avaliar progresso em direção ao desenvolvimento sustentável**. Florianópolis, 2002. 234 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina.

SILVA, A.P. **Variabilidade espacial de atributos físicos do solo**. Piracicaba, 1988. 105p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

SOUZA, F. C. B. **Integrando SIG's e MCDA**. Tese de Doutorado. EPS/UFSC. Florianópolis, SC 1999, 154 p.

SOUZA, L.S. **Variabilidade espacial do solo em sistemas de manejo**. Porto Alegre, 1992. 162p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

STARS; J., ESTES; J. **Geographical Information Systems in Introduction**. Prentice Hall, New Jersey, USA, 1990.

TEIXERA, Wilson. **Decifrando a Terra**. São Paulo. Oficina de Texto, 2 ed, 2003

TONLIN, Dana C., **Geographic Information Systems and Cartographic Modeling**. Prentice Hall, New Jersey, USA, 1990.

TOWNSHEND, J. R. G.: **Environmental databases and GIS**. In: Maguire, D. J., Goodchild, M. F., 14. Rhind, d. w. Geographical information systems. Principles and applications. Longman Scientific e Technical, New York, 1992. 327 p., 201 -205p.

TRICART, J. **Ecodinâmica**, Rio de Janeiro, IBGE-SUPREN, 1977, 91p. (Recursos Naturais e Meio Ambiente).

TURNES, Valerio Alecio; Universidade Federal de Santa Catarina. **Sistema dos indicadores para processos de desenvolvimento local sustentável indicadores para processos de desenvolvimento local sustentável**. Florianópolis, 2004. 236 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção.

VECTOR INTERNATIONAL. **Fuga Data Sheets** In: <http://www.vector-international.be> Data 27/04/2006. Leuven, Belgium, 2006

VELOSO, H. P. et al. **Classificação da Vegetação Brasileira Adaptada a Um Sistema Universal**. IBGE: Rio de Janeiro, 1991.

VIEIRA, P. F. ; WEBER, J. (org.). **Gestão de recursos renováveis e desenvolvimento**: Novos desafios para a pesquisa ambiental. São Paulo: Cortez Editora, 1997.

_____, Paulo Freire; WEBER, Jacques. **Gestão de recursos naturais renováveis de desenvolvimento** : novos desafios para a pesquisa ambiental. 3.ed. São Paulo: Cortez, 2002. 500 p

VIEIRA, S.R. **Geoestatística em estudos de variabilidade espacial**. Campinas: IAC, 1998.

VILLAMONTE, G. **Proposta metodológica para construção de indicadores para avaliação da rede escolar brasileira**. 2001. 167 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.

WERNER, Antonio Carlos. **Caminhos da Integração Catarinense**. Do Caminho das Tropas à rodovia BR 282. Florianópolis: Ed do Autor. 2004. 31-98 p

XAVIER DA SILVA, J. **Geoprocessamento e análise ambiental**. Revista Brasileira de Geografia, 1992. vol. 54, 47-61 p.

ZAIONS, M. Estado do Rio Grande do Sul: **Mapa Morfológico**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1989. 1 mapa color.; Escala 1: 900.000

www.inpe.br
www.ibge.gov.br
www.pnud.org.br